

Latarjet • Ruiz Liard

Anatomía Humana

SITIO WEB COMPLEMENTARIO

5.ª EDICIÓN

TOMO 1



INCLUYE EBOOK

EDITORIAL MEDICA panamericana

Anatomía Humana

Latarjet - Ruiz Liard

Anatomía Humana

5.ª EDICIÓN

TOMO 1

Michel Latarjet†

Ex Profesor de Anatomía, Facultad de Medicina de Lyon, Francia

Alfredo Ruiz Liard†

Ex Profesor de Anatomía, Facultad de Medicina de Montevideo, Uruguay



BUENOS AIRES - BOGOTÁ - CARACAS - MADRID - MÉXICO - PORTO ALEGRE

e-mail: info@medicapanamericana.com

www.medicapanamericana.com

Obra Completa duo: 978-950-06-9592-3
Obra Completa impreso: 978-950-06-9576-3
ebook Tomo 1: 978-950-06-9589-3
ebook Tomo 2: 978-950-06-9586-2

Latarjet, Michel
Anatomía humana : libro + versión electrónica / Michel Latarjet ; Alfredo Ruiz Liard ; coordinación general de Eduardo Pró. - 5.ª ed . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires. : Médica Panamericana, 2019.
Libro digital, HTML

Archivo Digital: online
ISBN 978-950-06-9591-6

1. Anatomía Humana. I. Ruiz Liard, Alfredo II. Pró, Eduardo, coord. III. Título.
CDD 611

Los editores han hecho todos los esfuerzos para localizar a los poseedores del copyright del material fuente utilizado. Si inadvertidamente hubieran omitido alguno, con gusto harán los arreglos necesarios en la primera oportunidad que se les presente para tal fin.

Gracias por comprar el original. Este libro es producto del esfuerzo de profesionales como usted, o de sus profesores, si usted es estudiante. Tenga en cuenta que fotocopiarlo es una falta de respeto hacia ellos y un robo de sus derechos intelectuales.

Las ciencias de la salud están en permanente cambio. A medida que las nuevas investigaciones y la experiencia clínica amplían nuestro conocimiento, se requieren modificaciones en las modalidades terapéuticas y en los tratamientos farmacológicos. Los autores de esta obra han verificado toda la información con fuentes confiables para asegurarse de que ésta sea completa y acorde con los estándares aceptados en el momento de la publicación. Sin embargo, en vista de la posibilidad de un error humano o de cambios en las ciencias de la salud, ni los autores, ni la editorial o cualquier otra persona implicada en la preparación o la publicación de este trabajo, garantizan que la totalidad de la información aquí contenida sea exacta o completa y no se responsabilizan por errores u omisiones o por los resultados obtenidos del uso de esta información. Se aconseja a los lectores confirmarla con otras fuentes. Por ejemplo, y en particular, se recomienda a los lectores revisar el prospecto de cada fármaco que planean administrar para cerciorarse de que la información contenida en este libro sea correcta y que no se hayan producido cambios en las dosis sugeridas o en las contraindicaciones para su administración. Esta recomendación cobra especial importancia con relación a fármacos nuevos o de uso infrecuente.





Visite nuestra página web:
http://www.medicapanamericana.com

ARGENTINA
Marcelo T. de Alvear 2145
(C1122AAG) Buenos Aires, Argentina
Tel.: (54-11) 4821-5520 / 2066 /
Fax (54-11) 4821-1214
e-mail: info@medicapanamericana.com

COLOMBIA
Carrera 7a A Nº 69-19 - Bogotá D.C., Colombia
Tel.: (57-1) 345-4508 / 314-5014 /
Fax: (57-1) 314-5015 / 345-0019
e-mail: infomp@medicapanamericana.com.co

ESPAÑA
Calle Sauceda 10, 5a planta (28050) - Madrid, España
Tel.: (34-91) 1317800 / Fax: (34-91) 4570919
e-mail: info@medicapanamericana.es

MÉXICO
Av. Miguel de Cervantes Saavedra Nº 233 piso 8, Oficina 801
Colonia Granada, Delegación Miguel Hidalgo - C.P. 11520 - México, Distrito Federal
Tel.: (52-55) 5250-0664 / 5262-9470 / Fax: (52-55) 2624-2827
e-mail: infomp@medicapanamericana.com.mx

VENEZUELA
Edificio Polar, Torre Oeste, Piso 6, Of. 6 C
Plaza Venezuela, Urbanización Los Caobos, Parroquia El Recreo, Municipio Libertador, Caracas
Depto. Capital, Venezuela
Tel.: (58-212) 793-2857/6906/5985/1666
Fax: (58-212) 793-5885
e-mail: info@medicapanamericana.com.ve

Director de la 5.ª edición

Eduardo Adrián Pró

Médico, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires
Profesor Titular de Anatomía, Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires
Profesor Titular de Anatomía, Universidad Favaloro, Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Profesor Consulto de Anatomía, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Colaboradores

Alfredo Ruiz Liard Rodríguez

Docente de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

Alejandro A. Scutari

Profesor Titular de Anatomía Normal, de Superficie y por Imágenes, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Católica de Cuyo, Provincia de San Juan
Jefe de Trabajos Prácticos de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires
Jefe de Trabajos Prácticos de Anatomía, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Ananquel Gómez

Docente Adscripta de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Valeria A. Forlizzi

Profesora Adjunta de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Alexandra C. Mandry

Ex Docente de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Alejandra C. Salamida

Médica Especialista en Diagnóstico por Imágenes
Médica del Centro de Educación Médica e Investigaciones Clínicas (CEMIC) y Centro Diagnóstico Rossi, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Ailín Gómez

Docente Adscripta de Anatomía y Diagnóstico por Imágenes, Facultad de Odontología, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Prólogo de la 5.ª edición

Hace 35 años nacía la 1.ª edición de esta joya de la anatomía y, desde entonces, ha ocupado un sitio muy especial en la biblioteca de un sinnúmero de anatomistas de todo el mundo. A lo largo de estos años, se han necesitado tres nuevas ediciones y varias reimpresiones hasta llegar hoy a esta 5.ª edición. Al analizar los cambios realizados en cada nueva versión, salta inmediatamente a la vista el interés de los autores en lograr que su texto sea cada vez más didáctico, ameno para el lector y fácil de entender, aun para los que se inician en el estudio de la anatomía. Esto lo ha situado como uno de los libros de anatomía más recomendados en numerosas universidades alrededor del mundo.

La nueva edición contempla diversas mejoras dignas de resaltar.

El libro mantiene la estructura de las últimas ediciones, que de forma ordenada y fácil de entender, le permite al lector ubicar los temas de su interés en los diferentes capítulos. Los autores han hecho un gran esfuerzo para actualizar los términos y conceptos anatómicos de acuerdo con la Terminología Anatómica Internacional vigente, revisada y aprobada en los últimos años por el Programa Federal Internacional para Terminología Anatómica (FIPAT) y la Federación Internacional de Asociaciones de Anatomistas (IFAA). Este último aspecto en la actualización de la terminología pone al libro a la par de cualquier otra obra sobre el tema y estoy seguro de que será bien acogido por todos los profesores de la disciplina que utilicen esta nueva edición.

Si bien se han actualizado todos los capítulos, cabe destacar especialmente el de Neuroanatomía, que ha sido ampliado y renovado de acuerdo con los avances producidos en los últimos años, lo que le permitirá al estudiante comprender mejor ese aspecto tan complejo de la anatomía.

Se han incorporado también cuadros sinópticos muy fáciles de localizar, que sin duda facilitarán la comprensión y el aprendizaje de los contenidos, y se han mejorado algunas ilustraciones que enriquecen aún más el importante acervo iconográfico que ya tenían las ediciones anteriores. Asimismo, se destacan las valiosas mejoras en la señalización de los métodos de diagnóstico por imágenes, utilizando un formato que simplifica el reconocimiento y la identificación de las estructuras anatómicas.

Esta edición cuenta, además, con un sitio web con material dirigido a estudiantes y profesores que incluye casos clínicos, ejercicios de aplicación, cuestionarios de autoevaluación, imágenes para descargar y cuadros sinópticos ordenados por capítulo y por tema. Esta herramienta sitúa este libro entre los mejores textos sobre anatomía actuales y será de gran ayuda para los estudiantes y los profesores que lo utilicen.

Enhorabuena a los autores de esta nueva edición, a quienes les auguro un rotundo éxito en el mundo de la anatomía humana.

Dr. S. Manuel Arteaga Martínez

Presidente de la Asociación Panamericana de Anatomía 2013-2019
Profesor Titular de Biología del Desarrollo y de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México y Profesor Titular de Biología del Desarrollo de la Escuela de Medicina de la Universidad Panamericana, Ciudad de México

Presentación de la 5.ª edición

Editorial Médica Panamericana se enorgullece de presentar la 5.ª edición de *Anatomía Humana*, dando continuidad a un clásico, pero renovándolo con el sello distintivo que aúna la tradición con la más actualizada literatura médica.

Hemos contado para ello con la comprensión y el apoyo de los sucesores de M. Latarjet y A. Ruiz Liard, que posibilitaron, con su consentimiento, la concepción de esta renovada y bella obra. En especial, el doctor Alfredo Ruiz Liard, hijo, quien nos visitó periódicamente y con enorme motivación siguió paso a paso el desarrollo, la evolución y la concreción de la nueva edición.

La primera edición en español de *Anatomía Humana*, de los profesores M. Latarjet† y A. Ruiz Liard†, apareció en abril de 1983 y se continuó con dos ediciones (1989 y 1995) y cinco reimpresiones. La idea original de los autores fue elaborar una geografía del cuerpo humano tomando como punto de partida la tradición de sus predecesores: Leo Testut y André Latarjet. El plan elegido para tan laboriosa cartografía fue abordar su estudio desde un punto de vista descriptivo, el cual –si bien reconocieron honestamente como opinable– fue el que mejor se adecuaba a sus fines e intereses. No obstante, no renunciaron a una óptica topográfica para describir los elementos anatómicos y funcionales de determinadas regiones, evitando repeticiones inútiles en aras de la claridad.

Los autores concibieron el conocimiento anatómico como un saber perenne que, por lo tanto, no ha sufrido modificaciones fundamentales con el transcurso del tiempo. Sin embargo, estimaron necesario incorporar la sabiduría de otras disciplinas básicas y clínicas, como la cirugía o la radiología, en favor de una descripción menos detallada y abigarrada que incorporara nociones de anatomía funcional y radiológica más acordes con el proyecto cartográfico de un cuerpo humano concebido como la geografía de un país habitado, cambiante, móvil y disperso.

Desde la óptica de estas consideraciones, la idea de llevar adelante una nueva edición de *Anatomía Humana*, la cuarta edición respondió fundamentalmente a la exigencia de continuar el ideario de actualización, integración y novedad que inspiró a los autores, y a la necesidad de adaptarla al signo de los nuevos tiempos. Asimismo, los cambios acontecidos en los diseños curriculares de los estudios médicos en las universidades de América Latina y España han tendido hacia un conocimiento anatómico que vincula la información anatómica a la aplicación clínica y privilegia la información que proporcionan las nuevas técnicas de diagnóstico por imágenes.

Así, el concepto clásico e imperecedero de la Anatomía Humana posibilitó adecuarlo a las nuevas necesidades docentes, y potenciar la que, sin duda, es la virtud principal de toda obra que merezca este calificativo: vencer el paso del tiempo y mantener su vigencia y actualidad incorporando cambios que para nada alteran el valor y la constancia del trabajo original.

Tan singular y valioso esfuerzo fue fruto del trabajo riguroso de un equipo de profesionales, dirigidos por el profesor Eduardo Pró, formado por colaboradores y consultores de Cirugía y Medicina Interna.

Este mismo equipo da ahora continuidad con esta quinta edición, que sigue el camino hasta aquí trazado y presenta un texto actualizado, con los contenidos esenciales de la disciplina desarrollados desde una perspectiva integradora de la anatomía descriptiva, topográfica y clínica.

Entre las novedades de esta nueva edición se destacan:

- La actualización de los términos y conceptos anatómicos según la Terminología Anatómica Internacional, elaborada por el Programa Federal Internacional para Terminología Anatómica (FIPAT) y la Federación Internacional de Asociaciones de Anatomistas (IFAA).
- La ampliación y actualización de los contenidos, principalmente los correspondientes a los capítulos de Neuroanatomía, que es el área de la disciplina con mayores avances en la actualidad.
- La incorporación de nuevos cuadros sinópticos para facilitar la comprensión y el aprendizaje de los contenidos.
- La señalización de los métodos de diagnóstico por imágenes, utilizando un formato que simplifica el reconocimiento y la identificación de las estructuras anatómicas.
- Las actualizaciones y correcciones de las ilustraciones clásicas de esta obra, que permiten mejorar la representación gráfica de las estructuras anatómicas.

Además de los recursos y mejoras mencionados, se incorpora un novedoso sitio web con material para estudiantes y docentes que incluye casos clínicos, ejercicios de aplicación y cuadros sinópticos ordenados por capítulo y por tema.

La Editorial, por su parte, ha puesto todos sus conocimientos y recursos al servicio de esta nueva edición de *Anatomía Humana* para que esta obra superior siga cautivando a los estudiantes y a los profesores que se desenvuelven en el inmenso espacio del idioma español.

Confiamos en que el enfoque aquí presentado e ilustrado en los capítulos que siguen sea el más adecuado para plasmar la máxima de sus autores: "Dar continuidad a la visión tan fresca de antigüedad como de futuro".

Editorial Médica Panamericana

Extracto del Prefacio de la 1.ª edición

La obra que hemos acometido tiene la pretensión de prolongar la de nuestros ilustres predecesores lioneses Leo Testut y André Latarjet. El primero conquistó una audiencia universal al aportar un soporte geométrico a la descripción anatómica y enriquecer su obra con una iconografía hasta entonces inigualada. El segundo supo comprender, por intermedio de la cirugía y de la fisiología, que la Anatomía del hombre vivo, del hombre en movimiento, merecía también ser descrita.

Desde hace décadas la Anatomía se ha visto enriquecida por la cirugía que le ha exigido más precisión y le ha aportado muchos conocimientos, por la radiología, por la fisiología y también gracias a los nuevos métodos de investigación con radioisótopos. Era necesario, pues, escribir una anatomía nueva, menos minuciosa, quizá sin detalles, pero con nociones de anatomía funcional, radiológica y de sus aspectos en el ser vivo.

Nuestro libro y sus numerosas ilustraciones no tienen otra pretensión que ser, en suma, una geografía del cuerpo humano: nada de descripciones rígidas y frías, sino la geografía de un país habitado, cambiante, móvil y diverso.

Esto no impedirá, por lo menos así lo pensamos, que sea, como algunos de los que nos precedieron, un libro para toda la vida del médico. A lo largo de los años el conocimiento anatómico se ha enriquecido, pero no ha sufrido modificaciones fundamentales. La verdad de hoy quedará como verdad del mañana. La perennidad del saber anatómico, esta "fijeza" que se le ha reprochado, no es la menor de sus virtudes. En la Bolsa de los conocimientos médicos el título "Anatomía" es un valor seguro que no se devalúa jamás.

Somos de los que creemos que la medicina de hoy día no puede, como tampoco lo pudo la de ayer, despreciar los conocimientos anatómicos: verdad esta tanto por encima como por debajo del Ecuador.

Portadores de esta convicción, para no decir de esta fe, hemos escrito y construido juntos este Tratado para los estudiantes de Medicina y los médicos.

Enseñar, aprender anatomía...

La Anatomía, ciencia de las formas y de las estructuras del cuerpo humano, es una de las cuatro disciplinas inscriptas en los programas de los estudios médicos. Sus compañeras son la Fisiología, la Patología y la Terapéutica. No existen otras si se desea observar las cosas bien de cerca.

El conocimiento de la Anatomía es el comienzo necesario de todo saber médico. Por ello, la Anatomía se incluye en los primeros años de estudio en el currículum de todas las Escuelas de Medicina del mundo.

La Anatomía es de aprendizaje fácil, puesto que demanda al comienzo un esfuerzo de memoria visual. Un espíritu curioso y joven no puede dejar de encontrar placer en descubrir lo que está disimulado bajo las apariencias de la piel y de las cubiertas superficiales y en la intimidad de las cavidades del cráneo, del tórax o del abdomen. "Nadie, sin duda, deja de contemplar sin emoción el órgano que palpita en su seno o el que nutre su pensamiento" (Marc Antoine Petit, cirujano de Lyon, 1795).

Pero los que no frecuentan asiduamente la Anatomía la olvidan pronto: es necesario, se dice, aprenderla 10 veces y olvidarla 10 veces antes de dominarla...

¿Aprenderla cómo? Es muy difícil privarse del recurso de la disección, es decir, del contacto directo con los órganos, del descubrimiento del cuerpo humano por la vista guiada por la mano. Pero aun cuando se posea el genio de Vesalio o de Bichat, nadie podrá pretender captar por la disección únicamente la realidad anatómica como diez siglos de trabajo parecen haberlo, por fin, determinado. La disección fue al principio demostración magistral, antes de ser confiada al estudiante. Demostración-disección: una dualidad muy eficaz complementada por el curso al cual se limita desgraciadamente, a veces, la enseñanza teórica de la Anatomía. Decimos "desgraciadamente", puesto que el curso no significa nada si no es prolongado por un esfuerzo de dedicación personal, porque la disección demanda ser preparada por un estudio teórico para poder ser realmente eficaz. Aquí es donde se coloca el libro.

El tratado de Anatomía no puede limitarse al texto. Del mismo modo, un atlas privado de texto no tiene valor pedagógico. El texto debe estar ilustrado ya que él quiere ser a la vez descripción y explicación de la Anatomía. Por ello, las imágenes son la representación artificial de la Anatomía.

Esta representación esperó mucho de las fotografías en colores y de la cinematografía que parecían capaces de sustituir a la disección allí donde esta se vuelve difícil de practicar. Esta esperanza fracasó debido a que la disección no se puede reemplazar.

¿Dibujo anatómico que se acerca a la realidad o esquema? El esquema simplifica. El estudiante puede contemplarlo largamente, luego rehacerlo (lo que significa un excelente ejercicio), pero el esquema es falso: han aparecido innumerables fascículos de excelentes esquemas desde hace algunas décadas, que dejan al estudiante desconcertado en el momento del contacto anatómico o quirúrgico con el cuerpo humano. El libro abundantemente ilustrado es, por lo tanto, la prolongación del curso magistral, el estudio previo a toda disección, el recurso frente a la incertidumbre suscitada por un problema de Anatomía práctica.

La Anatomía se aprende, pues, leyendo y mirando. Y hay que leer antes de mirar: esta lectura merece ser preparada, y rogamos al lector estudiar con atención lo que sigue, puesto que se trata ya de Anatomía, tan fresca de antigüedad como de futuro.

Abreviaturas utilizadas en la obra

A. / a.	arteria / arterias
Ant. / ant.	anterior
Apóf. / apóf.	apófisis
Art. / art.	articulación
C	cervical (p. ej., C1- C8)
Co	coccígeo
Der. / der.	derecho
Ext. / ext.	externo
G.	ganglio
Gl. / gl.	glándula
H. / h.	hueso
Inc. / inc.	incisura
Inf. / inf.	inferior
Int. / int.	interno
Izq. / izq.	izquierdo
L	lumbar (p. ej., L1- L5)
LCR	líquido cerebroespinal
Lig. / lig.	ligamento / ligamentos
M. / m.	músculo / músculos
N. / n.	nervio / nervios
NC	nervio craneal
Post. / post.	posterior
Proc. / proc.	proceso
Prof. / prof.	profundo
R. / r.	rama o ramo
RM	resonancia magnética
S	sacro (p. ej., S1 - S5)
SNC	sistema nervioso central
SNP	sistema nervioso periférico
SNAS	sistema nervioso autónomo simpático
SNAP	sistema nervioso autónomo parasimpático
Sup. / sup.	superior
Superf. / superf.	superficial
Sut. / sut.	sutura
T	torácico (p. ej., T1 - T12)
T.	tendón
TC	tomografía computarizada
V. / v.	vena / venas

Índice de capítulos del Tomo 1

Índice de capítulos del Tomo 2

Generalidades concernientes al esqueleto, las articulaciones y los músculos

I

Generalidades de anatomía humana y del esqueleto

1

Generalidades de anatomía humana

DEFINICIONES DE ANATOMÍA

Se define a la **anatomía** (palabra proveniente del griego *anatomé*: cortar a través, disección) como la estructura morfológica de un organismo. Una segunda definición de **anatomía** es la de "ciencia que estudia la estructura o morfología de los organismos".

La **disección** (del latín, *dis*: separación y *sectio*: parte) significa cortar o separar los tejidos del cuerpo para su estudio y es un procedimiento anatómico que permite estudiar la estructura del cuerpo humano.

Si bien al principio la anatomía solo se estudió a través de la disección, en la actualidad las técnicas de imágenes diagnósticas y otros procedimientos clínicos y quirúrgicos también contribuyen al progreso del conocimiento anatómico.

TERMINOLOGÍA ANATÓMICA

La anatomía posee un lenguaje propio destinado a facilitar la comunicación y la comprensión entre profesionales del área de la salud alrededor del mundo. Estos términos técnicos tienen por objetivo definir, ubicar y orientar cada parte del organismo.

El crecimiento de la anatomía como ciencia fue desordenado en sus comienzos. Cada escuela médica se abocó a la tarea de crear "su anatomía". Un mismo detalle morfológico fue descrito de manera distinta y muchos anatomistas han dejado su nombre (**epónimo**) ligado a un órgano o a algún accidente en particular. En aquellas épocas, las denominaciones de las estructuras anatómicas reflejaban su origen y su historia, pero no había acuerdo general sobre los términos utilizados en anatomía humana ni en las diversas ramas de las ciencias médicas. Un mismo elemento era conocido por tres, cuatro o cinco nombres diferentes.

La inquietud por armonizar la terminología anatómica y lograr su uso uniforme se remonta a 1887 en Europa. Luego de 8 años de trabajo, en 1895, se presenta en Basilea (Suiza) el primer listado en latín de una nomenclatura anatómica con base científica con aproximadamente 5500 estructuras morfológicas: la denominada **Nómina Anatómica de Basilea**.

Luego se realizaron revisiones, correcciones y modificaciones a este listado: en Birmingham (1933) y en Jena (1935). En el 5.º Congreso Internacional de Anatomía (1950, en Oxford) se forma el **Comité Internacional de Nomenclatura Anatómica** (IANC). En 1955 este comité presenta en París la primera edición de la *Nomina Anatomica*. En sucesivos congresos internacionales se aprueban actualizaciones que dan origen a nuevas ediciones de esta nomenclatura. En 1989 el IANC publica la sexta edición de la Nomina Anatomica Internacional.

En ese mismo año (1989), la **Federación Internacional de Asociaciones de Anatomía** (IFAA) crea el **Comité Federativo de Terminología Anatómica** (FCAT) con el objetivo de presentar una **terminología anatómica oficial**. En 1998, luego de realizar consultas a todos los miembros de la IFAA sobre modificaciones y actualizaciones, este nuevo comité (FCAT) publica la *Terminologia Anatomica*, que reemplaza a todos los listados anteriores.

La **Terminología Anatómica Internacional** se encuentra redactada en latín y debe ser usada como la base para generar los listados en otros idiomas. Los principios de esta terminología son:

- Los nombres de las estructuras deben tener un valor informativo y descriptivo.
- Se suprimen los epónimos, debido a que los nombres propios varían entre países.
- Se suprimen los homónimos, para evitar confusiones.
- Las estructuras en las mismas regiones anatómicas deben tener nombres armonizados.

En 2010 la **IFAA** creó el **FIPAT** (**Programa Federativo sobre Terminología Anatómica**) formado por miembros de diversos países, distribuidos en 6 grupos de trabajo. El FIPAT continúa trabajando en la actualización de la Terminología Anatómica.

En el presente texto se emplea la traducción al español de esta **Terminología Anatómica Internacional**. Para su confección se sigue la recomendación del FIPAT sobre el uso de los términos oficiales en latín traducidos al idioma local con fines didácticos. En los casos de grandes discrepancias entre los nombres tradicionales y los nombres oficiales, se mencionan en el texto los **términos tradicionales** marcados entre **corchetes** [ ]. Por ejemplo: **nervio axilar** [nervio circunflejo].

Para ser entendidos y comprendidos, los estudiantes y profesionales de la salud de las distintas escuelas médicas y facultades deben expresarse utilizando los términos anatómicos que son de aceptación internacional.

Términos de relación y comparación

Son los términos que definen la situación relativa entre estructuras anatómicas:

Anterior, ventral, adelante, en una posición precedente.
Posterior, dorsal, detrás, con posterioridad de lugar.
Superior, ubicado por arriba.
Inferior, ubicado por abajo.
Craneal, más próximo al extremo superior del tronco.
Caudal, más próximo al extremo inferior del tronco (cola, en latín *cauda*).

Medial, hacia el plano sagital mediano.
Lateral, alejado del plano sagital mediano.
Proximal, ubicado más cerca del punto de origen.
Distal, ubicado más lejos del punto de origen.
Superficial, más cerca de la superficie.
Profundo, más lejos de la superficie.
Externo, más alejado del centro de un órgano.
Interno, cercano al centro de un órgano.
Axial, ubicado en un eje (*axis*).
Ipsilateral, homolateral, del mismo lado del cuerpo.
Contralateral, de la mitad contraria del cuerpo.
Medio, situado en medio de un conjunto de estructuras.
Ulnar, del lado del cúbito (*ulna* en latín): hueso medial del antebrazo.
Peroneo, del lado del peroné (*fibula* en latín): hueso lateral de la pierna.
Sural, perteneciente o relativo a la pantorrilla (*sura* en latín).
Luminal, orientado hacia la luz de la estructura.
Apical, hacia el vértice o ápex.
Basal, orientado hacia la base.
Transverso, de lado a lado, atravesado.
Circunflejo, doblado alrededor de algo.
Mesial, más cercano al primer diente incisivo.
Oclusal, ubicado en el plano de cierre de los arcos dentales.

Términos combinados

Estos surgen de la combinación que se hace para indicar una situación o una dirección.

Superolateral: indica hacia la parte cefálica y alejado del plano mediano.

Inferomedial: indica hacia caudal y hacia el plano mediano.

Órganos, sistemas y regiones

Las **células** constituyen las unidades estructurales y funcionales del organismo. Los **tejidos** están formados por la organización de células y otros materiales para desempeñar una función en particular. Los **órganos** son estructuras compuestas por dos o más tipos de tejidos. Un **sistema** está compuesto por órganos correlacionados que tienen una función en común.

Todo **órgano** posee su forma, sus conexiones o inserciones, sus relaciones (inmediatas o alejadas, con los órganos vecinos), una vascularización (arterial, venosa y linfática) y una inervación (sensitiva, motora, organovegetativa).

Todo **órgano** evoluciona en el curso de la vida. En el texto se menciona su desarrollo embriológico en la medida en que aclare su anatomía definitiva. Su crecimiento y su senectud pueden presentar también aspectos particulares.

Todo **órgano** posee una expresión superficial o una proyección sobre los planos cutáneos: la anatomía de superficie concreta este aspecto.

Todo **órgano** sirve para algo y posee una función aislada o en unión con otros órganos. Su forma es responsable de su función, pero también depende de ella: es la anatomía funcional.

Todo **órgano** puede tener su forma y su función modificadas por una enfermedad o por un traumatismo. Estas alteraciones caracterizan la anatomía y la fisiología patológicas, a las cuales se hará alusión.

Todo **órgano** puede ser explorado por el profesional de la salud, ya sea desde el exterior o por medios artificiales (exploración en el ser vivo).

Todo **órgano** (o casi todos) puede estar al alcance del cirujano que desee resecarlo, modificarlo o reemplazarlo. Se hablará, por lo tanto, de vías de acceso (o vías de abordaje) de los diferentes órganos.

Los **sistemas** están formados por el conjunto de órganos que sirven para desempeñar una **función compleja**. Los **sistemas anatómicos** son:

El **sistema esquelético** incluye los huesos y los cartílagos que proporcionan el soporte y la protección de los otros órganos.

El **sistema articular** está formado por las estructuras que vinculan las partes de los huesos entre sí, permitiendo, en muchas ocasiones, sus movimientos.

El **sistema muscular** tiene a los músculos, con sus tendones, que mediante sus contracciones actúan movilizando o fijando las partes del cuerpo.

El **sistema digestivo** abarca los órganos que participan en los mecanismos de alimentación, desde la masticación hasta la eliminación de los desechos sólidos.

El **sistema respiratorio** está formado por los conductos para el aire y los pulmones.

El **sistema urinario** incluye los órganos que producen, conducen y eliminan la orina.

Los **sistemas genitales femenino** y **masculino** incluyen las gónadas, los conductos que transportan a los gametos y los órganos sexuales.

El **sistema endocrino** está formado por un conjunto de glándulas que no poseen conducto excretor. Estas glándulas liberan hormonas.

El **sistema cardiovascular** está compuesto por el corazón y los vasos sanguíneos, que conducen la sangre a través del cuerpo.

El **sistema linfático** abarca los vasos, nodos y órganos vinculados con la linfa.

El **sistema nervioso** está integrado por estructuras formadas por tejido nervioso. Está dividido en una parte central y otra periférica.

El **sistema tegumentario** está formado por la piel, sus anexos y la tela subcutánea.

El cuerpo se divide en varias **regiones principales** que pueden identificarse desde su exterior.

La división básica del cuerpo queda definida en las siguientes partes: **cabeza**, **cuello**, **tronco**, **miembros superiores** y **miembros inferiores**.

Estas partes se subdividen a su vez en **regiones** que se encuentran a diferentes niveles de profundidad: pueden ser **superficiales**, **profundas** o ambas a la vez. En algunos casos, los límites de una región superficial se proyectan hacia la profundidad y esta misma región se extiende hacia el interior del cuerpo, teniendo una porción superficial y una porción profunda.

Las **regiones** también muestran subdivisiones que serán descritas en el desarrollo de las regiones correspondientes.

Posición anatómica

Para describir claramente el cuerpo, indicando la posición de sus partes, los anatomistas se han puesto de acuerdo para usar los mismos términos de posición y dirección.

Por convención, la **posición anatómica de referencia** se define de la siguiente manera: cuerpo humano de pie, con la vista al frente, los miembros superiores a lo largo del tronco, las palmas de las manos hacia adelante y los miembros inferiores juntos, con los pies hacia adelante.

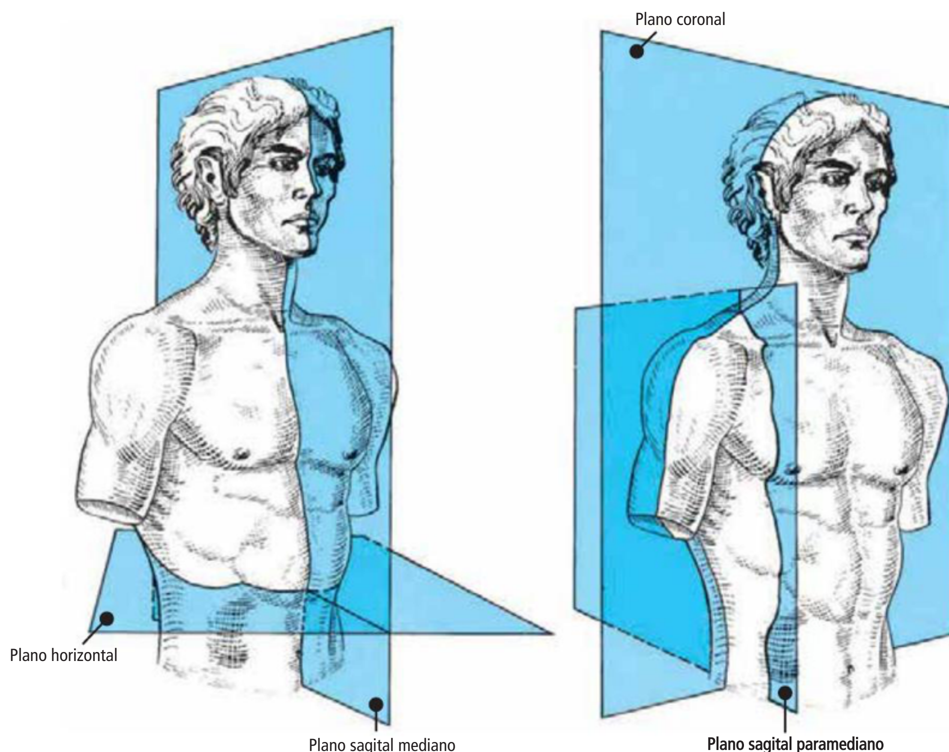


Fig. 1-1. Esquema que muestra los planos de corte usados en Anatomía.

Para establecer el **plano horizontal del cráneo** se emplea un **plano infraorbitomeatal**, que pasa por el extremo inferior del borde de la órbita del lado izquierdo (punto orbitario) y los extremos superiores de los orificios de los meatos auditivos externos (punto porión).

Por otra parte, los pacientes o el material de estudio podrán encontrarse en cualquier posición: decúbito supino (acostado, boca arriba), decúbito prono (acostado, boca abajo), decúbito lateral (acostado sobre un lado). A pesar de esto, todas las descripciones del cuerpo humano se referirán a la **posición anatómica**, no importando la situación particular del sujeto analizado.

Planimetría

La descripción anatómica utiliza fácilmente las comparaciones geométricas (Testut). Se habla de cilindros, prismas, cubos, pirámides, vértices y caras para la comparación de cuerpos y volúmenes. Se describen ángulos, circunferencias, diámetros y perímetros para superficies comparables con figuras como triángulos, cuadrados, círculos, óvalos o rombos.

Dentro de estas comparaciones geométricas se emplean como referencias diversos ejes y planos; los más importantes son los que se orientan en forma perpendicular entre sí (ortogonales).

Ejes del cuerpo

Eje sagital, anteroposterior, ventrodorsal, es de dirección horizontal y perpendicular a los planos coronales. El **eje sagital** se ubica como una flecha (saeta, en latín *sagitta*) que atraviesa el cuerpo de adelante hacia atrás.

Eje longitudinal del cuerpo, craneocaudal, superoinferior, es de dirección vertical. Se dirige hacia abajo desde la parte más alta del cráneo, pasando por el centro de gravedad del cuerpo. En su extremo inferior se ubica entre ambos pies.

Eje transversal, laterolateral, es de dirección horizontal y perpendicular a los planos sagitales.

Planos de sección

Los cortes que seccionan el cuerpo humano en sentido vertical, horizontal u oblicuo se ubican en diversos planos (**fig. 1-1**):

Planos sagitales: son planos verticales, orientados en sentido anteroposterior. El **plano sagital mediano** pasa por el eje longitudinal del cuerpo y divide el cuerpo en una mitad derecha y otra izquierda. Los **planos sagitales paramedianos** (parasagitales) se encuentran paralelos al mediano.

Planos coronales: son planos verticales, orientados en sentido transversal. Dividen el cuerpo en una parte anterior y otra posterior.

Planos horizontales: son planos transversales, perpendiculares a los verticales. Dividen el cuerpo en una parte superior y otra inferior.

Planos oblicuos: son planos que cortan partes del cuerpo en una dirección que no es paralela a ninguno de los planos anteriores.

Simetría

El cuerpo humano no está formado de dos partes simétricas, una derecha y otra izquierda. Numerosos órganos son impares, pero no todos son medios y algunos de ellos están desplazados a la derecha o a la izquierda (como el hígado, a la derecha, o el bazo, a la izquierda).

Los órganos pares no necesariamente se encuentran ubicados en posiciones simétricas (como los riñones) y sus relaciones con otros órganos varían. También pueden variar su forma y tamaño (pulmones).

Es decir que el plano sagital mediano divide el cuerpo en mitades no simétricas.

Epónimos

Muchos anatomistas han dejado su nombre unido a tal o cual órgano, a veces incluso a un detalle muy particular. Los epónimos son muy numerosos en anatomía. Muchos conocen la trompa de Eustaquio, el fondo de saco de Douglas o el canal de Hunter. Pero estos epónimos no son de uso universal; para evitar confusiones en cuanto a la denominación de las estructuras anatómicas debe evitarse su uso.

Los nombres anatómicos empleados en el texto son los que figuran en la Terminología Anatómica Internacional; en algunos casos se cita entre corchetes el epónimo tradicional, si este está muy difundido.

DISTINTAS ANATOMÍAS

La anatomía es un todo. Ningún órgano se encuentra completamente aislado. El tejido conectivo se encarga de llenar los espacios que podrían separar ciertas estructuras. La descripción y la representación anatómicas son necesariamente artificiales. En muchos casos se representan las estructuras separadas por "espacios vacíos", omitiendo la presencia del tejido conectivo o simulando que es invisible. Se trata, por lo tanto, de descripciones didácticas y esquemáticas. Lo mismo sucede con la representación de los colores empleados para resaltar la diferencia entre la estructuras.

La anatomía puede ser clasificada en diversas metodologías de presentación:

- **Anatomía descriptiva:** es el estudio de la estructura física a partir de su organización por sistemas. Se denomina también **anatomía sistémica**.
- **Anatomía regional:** es la anatomía de ciertas partes, regiones o divisiones del cuerpo relacionadas espacialmente. Se denomina también **anatomía topográfica**.
- **Anatomía aplicada:** es la aplicación práctica del conocimiento anatómico al diagnóstico y tratamiento, destacando la estructura, función y relación con las ciencias de la salud. Se denomina también **anatomía clínica**.
- **Anatomía comparada:** es el estudio comparativo de la estructura animal con respecto a los órganos o partes homólogas del cuerpo humano.
- **Anatomía del desarrollo:** es la anatomía de los cambios estructurales desde la fecundación hasta la vida adulta; incluye la embriología, la fetología y el desarrollo posnatal.
- **Anatomía funcional:** es la anatomía estudiada en relación con la función. Se denomina también **anatomía fisiológica**.
- **Anatomía macroscópica:** es la anatomía general, hasta donde esta puede ser estudiada sin recurrir al uso del microscopio.
- **Anatomía microscópica:** es la rama de la anatomía que estudia, con el microscopio, la estructura de las células, los tejidos y órganos.
- **Anatomía de superficie:** es el estudio de la configuración de la superficie del organismo, especialmente en su relación con las partes más profundas.
- **Anatomía quirúrgica:** es la anatomía aplicada con referencia al diagnóstico y tratamiento quirúrgico.
- **Anatomía radiológica:** es el estudio del cuerpo por medio de imágenes de diagnóstico.
- **Anatomía patológica:** es el estudio morfológico de las enfermedades.

La **anatomía macroscópica** puede ser descrita órgano por órgano (anatomía descriptiva), o región por región (anatomía topográfica). Este texto presenta la anatomía en forma descriptiva, una aproximación conveniente para un estudio completo, pero partiendo de una organización topográfica. Se han reunido los elementos anatómicos y funcionales propios de ciertas regiones (miembros, tórax) con el fin de evitar repeticiones.

Generalidades del esqueleto

SISTEMA ESQUELÉTICO

El **esqueleto óseo** está constituido por un conjunto de huesos unidos entre sí. En el ser vivo es frecuente su exploración clínica mediante radiografías o palpación de referencias óseas de interés.

El esqueleto humano es osteocartilaginoso. Este esqueleto osteocartilaginoso que se forma durante la vida fetal es reemplazado, luego, por **hueso de sustitución**. En el adulto, el **esqueleto cartilaginoso** persiste en forma limitada: cartílagos costales, articulares, tabique nasal, etcétera.

Los **huesos** son piezas duras, resistentes, que sirven de sostén a los músculos que los rodean. Pueden presentarse como:

- **Elementos protectores:** un conjunto de huesos se conectan entre sí y forman cavidades que alojan sistemas y sentidos (cráneo, órbitas, etc.).
- **Elementos articulares:** en las articulaciones móviles, los huesos están unidos entre sí por cápsulas, ligamentos y músculos. Los tendones de estos últimos son denominados ligamentos activos, mientras que los cartílagos participan como piezas pasivas.

ASPECTO GENERAL DEL ESQUELETO

En la región medial, el esqueleto está constituido (fig. 1-2) por la superposición de una serie de piezas óseas cuyo conjunto

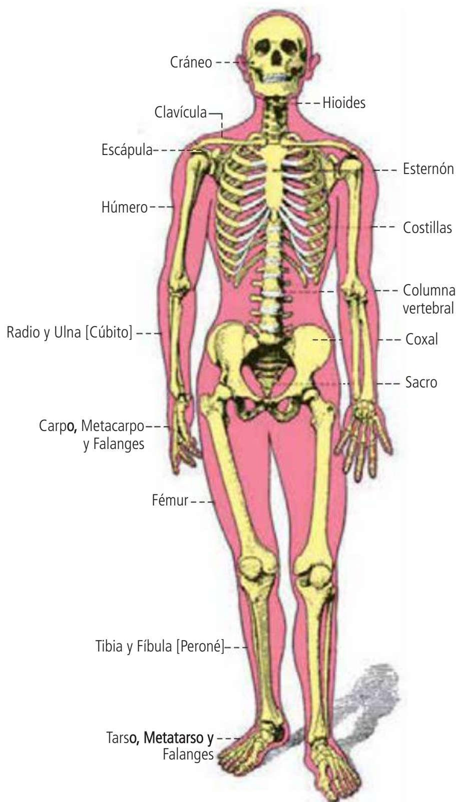


Fig. 1-2. Esqueleto humano, vista anterior.

forma la columna vertebral [raquis], que se halla situada en el eje longitudinal del cuerpo y constituye el **eje vertical del esqueleto**. Su parte superior sostiene el cráneo. En su extremo inferior, las vértebras se sueldan y adelgazan, formando dos huesos: el sacro y el cóccix.

El **conjunto craneovertebral** o **esqueleto axial** presenta en su interior una cavidad donde se aloja el sistema nervioso central, con las raíces de los nervios espinales y sus envolturas.

A ambos lados de la parte mediana de la columna vertebral se separa una serie regular de arcos óseos: las **costillas**, en número de doce hacia cada lado. Estas se articulan por delante con el esternón, por medio de los cartílagos costales, excepto las dos últimas, que quedan libres (costillas flotantes). El conjunto de columna vertebral, costillas, cartílagos, esternón y espacios intercostocondrales se integra en una caja de constitución especial: el **tórax**.

La **cintura pectoral** (*cingulum pectorale*) está formada por la escápula y la clavícula; su función es unir los miembros superiores al tórax.

La **cintura pélvica** (*cingulum pelvicum*) se encuentra situada en el extremo inferior de la columna vertebral y está formada por los huesos coxales. Estos sirven para que se conecten los miembros inferiores.

Los huesos coxales, el sacro y el cóccix delimitan un espacio: la **cavidad pélvica**.

El **miembro superior** comprende tres segmentos con sus respectivos huesos: el brazo, con el húmero; el antebrazo, con el radio y la *ulna* [cúbito], y la mano, con los huesos del carpo, el metacarpo y las falanges.

El **miembro inferior** también presenta tres segmentos: el muslo, con el fémur; la pierna, con la tibia y la *fibula* [peroné], y el pie, con el tarso, el metatarso y las falanges.

Existe un único hueso, situado en el cuello, que no presenta conexiones directas con el resto del esqueleto óseo: se trata del **hueso hioides** que pertenece al viscerocráneo (cuadro 1-1).

NÚMERO DE HUESOS

En el adulto se cuentan **206 huesos**. No se consideran los **huesos suturales** [wormianos] del cráneo ni los **sesamoideos**. La variabilidad de su presencia los convierte en inconstantes. En el caso de que estén presentes, se los considera supernumerarios. El número de las piezas óseas varía con la edad. En el niño, el **hueso frontal** comprende dos piezas: derecha e izquierda, que luego se fusionan. Asimismo, el **hueso coxal** está formado

CUADRO 1-1. Partes del esqueleto.

Axial	Cráneo	Neurocráneo	Frontal, etmoides, esfenoides, parietal, temporal, occipital, huesecillos del oído
		Viscerocráneo	Maxilar, nasal, lagrimal, cigomático, palatino, cornete nasal inferior, vómer, mandíbula, hioides
	Columna vertebral	Vértebras cervicales, torácicas, lumbares, sacro, cóccix	
	Tórax	Esternón, costillas	
Apendicular	Miembro superior	Cintura pectoral	Escápula, clavícula
		Porción libre	Húmero, ulna [cúbito], radio, huesos del carpo, metacarpianos, falanges
	Miembro inferior	Cintura pelviana	Coxal
		Porción libre	Fémur, patela [rótula], tibia, fíbula [peroné], huesos del tarso, metatarsianos, falanges

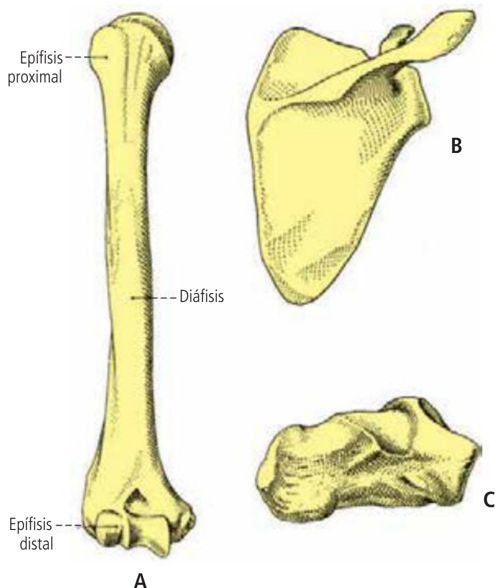


Fig. 1-3. Las tres formas de los huesos. **A.** Hueso largo (húmero, vista anterior). **B.** Hueso plano (escápula, vista posterior). **C.** Hueso corto (calcáneo, vista lateral).

por tres huesos diferentes: **isquion**, **ilion** y **pubis**, que posteriormente se sueldan entre sí. En la vejez, otros huesos pueden soldarse, en especial los del cráneo, lo que disminuye su número.

CONFIGURACIÓN EXTERNA DE LOS HUESOS

Forma

Los huesos se presentan (**fig. 1-3**) en tres **formas** principales:

A. **Huesos largos:** predomina la longitud sobre el grosor y el ancho. Constan de un cuerpo o **diáfisis** y de dos extremos o **epífisis**. La unión de la diáfisis con la epífisis se llama **metáfisis**. A este grupo corresponden los huesos de los dos primeros segmentos de los miembros.
B. **Huesos cortos:** de volumen restringido, sus tres ejes son de semejante dimensión. Su forma es variable, por lo general cuboidea: carpo y tarso.
C. **Huesos planos:** el grosor es reducido, con predominio de la longitud y del ancho. Constituyen las paredes de las cavidades craneal, orbitarias, nasales y pélvica. Pueden formar amplias superficies de inserción muscular: escápula, coxal, occipital.

Pueden distinguirse, además:

- **Huesos neumáticos:** algunos huesos de la cara y del cráneo presentan cavidades rellenas de aire. Estas cavidades neumáticas pueden tener dimensiones reducidas, y entonces se las designa **celdas** (etmoidales, mastoideas). Cuando adquieren un tamaño mayor, se las denomina **senos** (maxilar, esfenoides, frontal).
- **Huesos sesamoideos:** deben su nombre a sus reducidas dimensiones (semilla de sésamo). Pueden ser inconstantes. Se los encuentra en la articulación metacarpofalángica del pulgar, en la metatarsofalángica del *hallux* (dedo gordo), en la porción medial del gastrocnemio y en el tendón del fibular [peroneo] largo. Con menor frecuencia se encuentran en el tibial posterior y en el tríceps braquial. Anexos a un tendón o ligamento, se articulan con un hueso de la vecindad, hueso de sostén o de soporte, al que por lo general no se sueldan. La patela [rótula], situada en el tendón del cuádriceps, puede ser considerada, por su ubicación, como un hueso de tipo sesamoideo; se diferencia de estos por su tamaño y porque siempre se osifica.

Superficie

En la **superficie** de los huesos existen irregularidades, como salientes, entrantes y superficies ásperas.

Las **eminencias** y las **salientes** adoptan formas variables:

- **Eminencias articulares:** son regulares, como la cabeza del húmero y los cóndilos del fémur.
- **Eminencias extraarticulares:** son muy variables, irregulares y rugosas, por lo general destinadas a inserciones musculares o ligamentosas; su desarrollo varía según la potencia que ejerce el músculo que se inserta en ellas. Se las denomina procesos [apófisis], protuberancias, tuberosidades, espinas, crestas, líneas.

Los huesos pueden presentar **cavidades** que se dividen en:

- **Cavidades articulares:** son depresiones esferoidales, elipsoidales o cupuliformes que encajan en una saliente del hueso articular, como el acetábulo, la cavidad glenoidea y la fosita articular de la cabeza del radio.
- **Cavidades no articulares:** son de forma variable, y se distinguen:

  A. **Cavidades de inserción:** en ellas se fijan músculos.
  B. **Cavidades de recepción:** por ellas pasan tendones, arterias, venas y nervios. Se presentan en forma de canales, surcos, incisuras, conductos. Pueden observarse otras disposiciones en las cuales los huesos adoptan una conformación que constituye una fosa: cerebral, cerebelosa, hipofisaria.
  C. **Cavidades de ampliación:** son divertículos, celdas o senos intraóseos, situados por lo general en la vecindad de las cavidades de la cara (senos maxilar, frontal, etc.) o en el hueso temporal (aparato de la audición, células mastoideas).

Todos los huesos están perforados por **forámenes nutricios**, por los cuales penetran los vasos encargados de su nutrición.

Algunos huesos están perforados por orificios que se denominan **forámenes** o **conductos de transmisión**. Comunican una de las caras del hueso con la cara opuesta, lo que permite el pasaje de órganos muy diversos. Esto ocurre, por ejemplo, en el foramen magno del hueso occipital: aloja la transición de la médula oblongada [bulbo raquídeo] con la médula espinal, que pasa del cráneo al conducto (canal) vertebral. Otros orificios

son mucho más pequeños, como el foramen espinoso del hueso esfenoides, atravesado por la arteria meníngea media. Estos orificios son particularmente numerosos en las paredes de las cavidades cerradas, donde proporcionan comunicación con el exterior.

CONFIGURACIÓN INTERNA DE LOS HUESOS

Al cortar el hueso del adulto se reconocen dos porciones: el **hueso compacto** y el **hueso esponjoso** o trabecular. El hueso compacto forma una capa periférica y continua. El hueso esponjoso está constituido por una serie de laminillas o trabéculas que delimitan espacios, comunicantes entre sí, ocupados por la **médula ósea**. El tejido compacto forma un estuche de contención para el esponjoso. La orientación de las trabéculas del hueso esponjoso permite una mayor resistencia a las presiones o a las tracciones que debe soportar el hueso, utilizando el mínimo de material.

En los **huesos largos** (fig. 1-4), la **diáfisis** está constituida por hueso compacto que se ubica alrededor de la cavidad medular; las **epífisis**, por hueso esponjoso, y se encuentran rodeadas por una delgada lámina de hueso compacto.

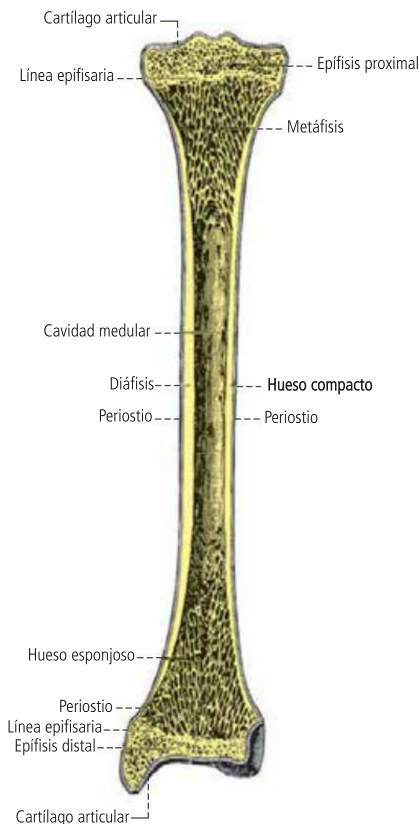


Fig. 1-4. Corte longitudinal de un hueso largo (tibia).

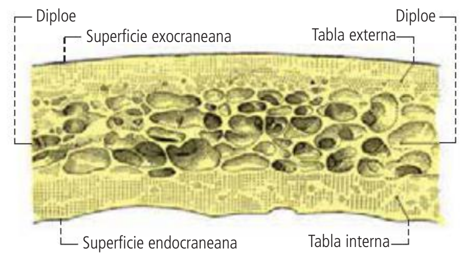


Fig. 1-5. Corte de un hueso plano de la calvaria.

En los **huesos planos** (fig. 1-5), el hueso esponjoso se dispone entre dos láminas de hueso compacto. En los huesos de la bóveda del cráneo, se denomina **diploe** al hueso esponjoso, y **tablas interna y externa** a las láminas de hueso compacto.

Los **huesos cortos** (fig. 1-6) están formados por hueso esponjoso rodeado por una lámina de hueso compacto, a semejanza de lo que ocurre en las epífisis de los huesos largos.

La **médula ósea** se encuentra en la cavidad medular de los huesos largos y en las cavidades del hueso esponjoso, y participa en la formación y renovación de las células de la sangre (hematopoyesis). Constituye un tejido por sí misma y puede considerársela un órgano aparte. El hueso seco carece de médula ósea.

El **periostio** es una membrana fibroelástica que rodea la superficie exterior de los huesos, con exclusión de las partes revestidas por cartílago articular y de los lugares en los que se insertan tendones y ligamentos. Está ricamente vascularizado e inervado, y se adhiere de modo variable al hueso que reviste. Se lo libera más fácilmente de las diáfisis que de las crestas e irregularidades. Participa en forma activa en el crecimiento del hueso y en su vascularización.

Los **cartílagos epifisarios** (fig. 1-7), que existen en los huesos largos de los jóvenes, permiten el crecimiento del hueso en longitud. Son visibles en las radiografías, y no deben confundirse con trazos de fracturas.

VASCULARIZACIÓN DE LOS HUESOS

Su estudio permite comprender la estructura ósea e interpretar la consolidación de las fracturas, sus retardos y sus defectos.

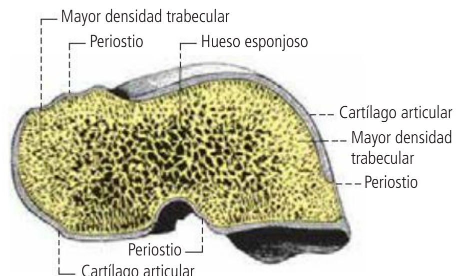


Fig. 1-6. Corte de un hueso corto: talus [astrágalo].

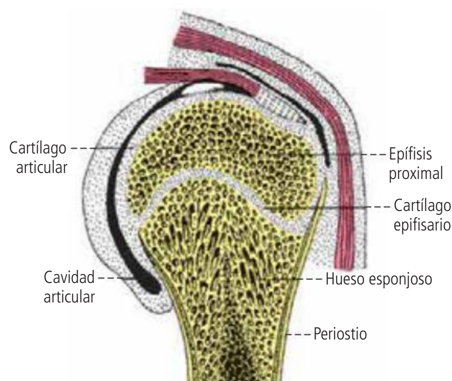


Fig. 1-7. Corte coronal de la epífisis proximal del húmero para mostrar el cartílago epifisario (niño de 11 años).

En la superficie del hueso se presentan numerosos orificios, los **forámenes nutricios**, que se profundizan como canales nutricios. Según sus dimensiones se los divide en tres **órdenes**:

A. Forámenes de primer orden: pertenecen a la diáfisis de los huesos largos y a las caras de los huesos planos. Por ellos transitan los vasos principales del hueso que se dirigen al conducto vertebral, donde terminan.
B. Forámenes de segundo orden: se los encuentra en las epífisis de los huesos largos, en los bordes de los ángulos de los huesos planos, así como en las superficies no articulares de los huesos cortos.
C. Forámenes de tercer orden: son los más pequeños. Se los halla en todas las superficies no articulares del hueso. Se pueden contar hasta 50 por mm^2.

Todos estos forámenes y canales denotan la riqueza vascular del hueso.

Arterias

Las arterias son numerosas y varían según el tipo de hueso que se considere.

En los **huesos largos** las arterias pueden clasificarse en tres **sistemas**:

A. Diafisario: la arteria principal del hueso penetra por el foramen nutricio de mayor calibre. En el miembro superior se dirigen hacia el codo. En el miembro inferior, en cambio, se alejan de la rodilla (fig. 1-8). La explicación se hallaría en relación con el crecimiento en longitud del hueso: la orientación del canal parece "huir" de la extremidad más fértil (mayor velocidad de crecimiento). La **arteria nutricia** se distribuye en el tejido óseo propiamente dicho y en la médula ósea. Las innumerables arterias que se distribuyen en el tejido óseo cursan por los sistemas de laminillas y conductos [de Havers].
B. Perióstico: el periostio que recubre la diáfisis se encuentra ricamente vascularizado por arterias de la proximidad (músculos, ligamentos) que dan origen a una abundante red vascular arterial. Cuando se separa el periostio, se produce una abundante hemorragia en superficie. Los vasos periósticos se introducen por forámenes de tercer orden hacia los canales nutricios, donde se ramifican y se capilarizan, anastomosándose con las arterias endósticas originadas en el sistema precedente.
C. Epifisometafisario: se origina en las arterias articulares, en las musculotendinosas vecinas y en algunas propias para la epífisis y metáfisis.

Arterias de la médula ósea: proceden de la arteria nutricia diafisaria. Estas arterias se capilarizan, para continuarse en los sinusoides que las conectan con el seno venoso central.

Los tres sistemas que irrigan los huesos largos y las arterias que irrigan la médula ósea se anastomosan entre sí.

Los **huesos planos** se irrigan por dos tipos de arterias:

A. Arterias periósticas: constituyen una red perióstica de donde nacen ramas que penetran en el hueso por forámenes de segundo y de tercer orden.
B. Arterias orificiales: penetran en el hueso por orificios de mayor tamaño, describiendo un trayecto oblicuo.

La irrigación de los **huesos cortos** procede de dos fuentes:

A. Arterias periósticas: se originan en las arterias de la vecindad y pueden formar una red anastomótica perióstica cuyas ramas atraviesen el hueso cortical.
B. Arterias orificiales: se originan también en las arterias de la vecindad, como arterias propias del hueso, y penetran por forámenes vasculares extraarticulares. Pueden originarse en arterias musculotendinosas y ligamentosas.

En algunos **huesos cortos** se jerarquizan ciertas arterias constituyentes de raíces [pedículos] bien definidas que se distribuyen en el hueso esponjoso en múltiples ramificaciones, según la estructura del hueso. Como se comprende, su integridad es de importancia fundamental para mantener una correcta nutrición ósea.

Venas

La arteria nutricia está acompañada por una o dos venas que emergen de la profundidad del hueso. El origen del sistema venoso lo constituye un conjunto de colectores avalvulados encargados de drenar el hueso. La circulación venosa de un hueso se inicia en un centro cavitario único, o en uno ramificado y ensanchado. En los huesos largos, las venas se originan en el seno venoso medular o central y gradualmente se ordenan y llegan al periostio. Esta circulación de retorno se encuentra muy desarrollada en la epífisis, donde existen verdaderos conductos o lagos. En los **huesos planos**, se las denomina **venas diploicas**. Poseen un trayecto sinuoso de volumen variable, o bien adoptan una disposición en conductos finos muy ramificados. En los **huesos cortos** se originan a partir de lagos centrales o sinusoides dilatados que confluyen hacia una o dos venas que emergen en el periostio.

La circulación sanguínea de los huesos es **abundante**. Ello explica que, en una **fractura**, la sangre proceda del tejido óseo compacto, del periostio y de la médula dilacerada en la cavidad medular. Esta profusa vascularización arterial y venosa en el hueso

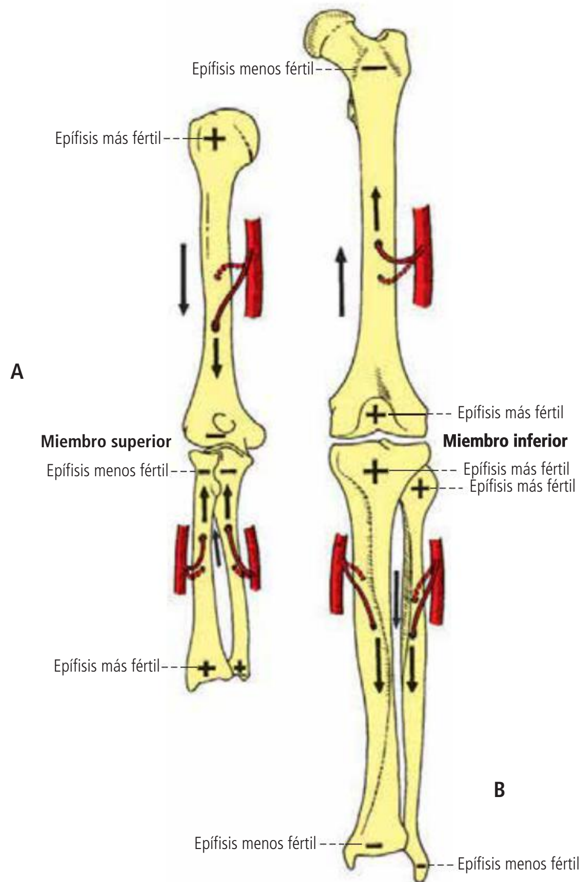


Fig. 1-8. **Dirección de las arterias nutricias de las diáfisis de los huesos largos. A.** Miembro superior. **B.** Miembro inferior. Las arterias nutricias "se dirigen hacia el codo" y "se alejan de la rodilla".

demuestra la importancia que tienen para la vida de este tejido, y los profundos cambios químicos y citológicos que durante la vida se producen en su interior, así como la relevancia de su integridad.

INERVACIÓN DE LOS HUESOS

Los **nervios** que llegan al hueso penetran en su interior acompañando a las arterias (nervios perivasculares), fundamentalmente a la arteria nutricia principal. Son fibras sensitivas responsables del dolor óseo. Las fibras nerviosas del hueso y del periostio proceden de los nervios musculares. En el periostio forman un plexo denso que se ramifica para finalizar en glomérulos terminales (esto explica el dolor en la periostitis). Se trata de fibras que proceden de nervios craneales o espinales. Desde este plexo nervioso se originan fibras que llegan al hueso cortical en forma independiente, sin acompañar a los vasos sanguíneos. En la médula ósea, las fibras nerviosas autónomas se disponen alrededor de los vasos, formando plexos perivasculares vasomotores que terminan en las capas musculares lisas de los vasos.

La irrigación y la inervación son de fundamental importancia en el crecimiento y en la osificación. El hueso vivo posee una extraordinaria sensibilidad, tal como lo atestiguan los dolores que acompañan a las fracturas, así como a los procesos inflamatorios o a algunos tumores.

OSIFICACIÓN Y CRECIMIENTO DE LOS HUESOS

La osificación, proceso general de los huesos, interviene en la formación de las múltiples piezas óseas. Su desarrollo y su crecimiento están regidos por diversos factores.

Generalidades

El tejido óseo es una forma del tejido conectivo. Se caracteriza porque su sustancia fundamental está impregnada de sales cálcicas. La osificación resulta de un conjunto de fenómenos anatómicos, histológicos y fisiológicos que transforman un tejido

conectivo diferenciado en tejido óseo. El tejido mesenquimático del embrión es el punto de partida de ciertas formas de hueso. Los demás tejidos conectivos son susceptibles de osificarse en determinadas condiciones, como ocurre en los tejidos fibroso y cartilaginoso, los ligamentos articulares, las paredes arteriales, etc. En el organismo, pueden observarse osificaciones "heterotópicas".

En la osteogénesis deben considerarse períodos esenciales:

- **Preosificación:** se caracteriza por la aparición de una distensión edematosa en el tejido embrionario, entre cuyas fibrillas colágenas aparece una sustancia preósea de origen no bien definido.
- **Impregnación cálcica:** mediante un fenómeno esencialmente vascular, la sustancia preósea se transforma en oseína. Las sales de calcio, aportadas por los vasos sanguíneos del medio, se depositan en el interior de la sustancia fundamental. Las sales minerales, fosfatos y carbonatos de calcio impregnan los espacios conectivos, uniéndose a la oseína. El resultado es la formación de un tejido sólido y resistente que, en ciertas condiciones (acción de la hormona de crecimiento, la luz y la vitamina D), adquiere homogeneidad. Este proceso de calcificación invade progresivamente las trabéculas directrices. Nuevas trabéculas se yuxtaponen a las trabéculas precedentes, asegurando así el proceso de osificación por aposición.
- **Destrucción ósea:** las trabéculas así organizadas siguen, en general, el eje de los vasos sanguíneos. Sin embargo, sufren un proceso de destrucción que se exterioriza en el hueso compacto por la aparición de los canales centrales [de Havers] y de las cavidades medulares (hueso esponjoso). Este proceso de destrucción depende de la circulación local y de la acción de células: los osteoclastos.

Histogénesis de las piezas óseas. Crecimiento óseo

En el embrión, el esqueleto está representado por modelos primitivos cartilaginosos y fibrosos que darán origen, respectivamente, a los huesos de cartílago y a los huesos de membrana.

Osificación y crecimiento de un hueso de cartílago

El elemento inicial es una placa o tallo cartilaginoso que reproduce, en escala menor, al hueso que ha de formar y en la que se establecen dos tipos de osificación: central y periférica. Ambas dependen del régimen circulatorio local que, en suma, aporta los elementos necesarios para la osificación.

La acción del periostio, conocida desde el siglo XVIII, es fundamental y se exterioriza en la regeneración ósea, luego de la supresión de un segmento óseo (Ollier). El periostio ofrece durante toda la vida un medio eficaz para la osificación.

El cartílago, punto de partida de la **osificación endocondral**, es progresivamente destruido y reemplazado por tejido óseo. Para que el hueso se desarrolle es necesario que el tejido cartilaginoso se multiplique con el fin de ser útil y de ofrecer material al proceso de osificación.

En la adolescencia, la osificación endocondral se detiene; por el contrario, la osificación perióstica puede durar toda la vida.

En un **hueso largo**, el modelo cartilaginoso presenta dos extremos engrosados (futuras epífisis) y una parte media (futura diáfisis).

En la **diáfisis** se observa la evolución simultánea de las osificaciones endocondral y pericondral. El hueso perióstico avanza hacia el centro de la diáfisis, donde encuentra al hueso endocondral que se dirige hacia la epífisis. A medida que llega a los extremos de la diáfisis, el hueso endocondral es reemplazado en el centro por hueso perióstico. Esto genera una cavidad en el hueso primitivo: la cavidad medular, que se origina por la destrucción de las capas más profundas del hueso endocondral. Así, se detiene el progreso de las laminillas provenientes del periostio, que desaparecen luego de haber ocupado el lugar que quedaba entre la periferia del hueso y la cavidad medular. Aparecen, entonces, células hematógenas que constituirán la médula ósea. La diáfisis queda construida por un tubo de hueso perióstico que crece hacia los dos extremos de hueso endocondral (las epífisis).

En las **epífisis** aparece un punto de osificación endocondral en el modelo cartilaginoso inicial, a partir del cual la osificación progresa del centro a la periferia. En las epífisis domina la osificación endocondral, mientras que el hueso perióstico se manifiesta en la periferia por una delgada capa de hueso compacto.

En la **unión diafisoepifisaria** (metáfisis) persiste como una lámina cartilaginosa hasta el final del crecimiento. Este **cartílago epifisario** proporciona a la diáfisis los elementos necesarios para la osificación endocondral. El periostio diafisario desempeña una acción importante en el crecimiento, canalizando al hueso endocondral, asegurando los procesos de formación y de destrucción que ocurren en las epífisis. A causa de las funciones que desempeña durante el crecimiento, la metáfisis es un punto débil, sensible y delicado del hueso.

En un **hueso corto**, la osificación y el crecimiento son comparables a los de una epífisis. Predomina la osificación endocondral y el tejido óseo evoluciona hacia el esponjoso, formándose grandes lagunas en el hueso endocondral.

Osificación y crecimiento de un hueso de membrana

Este proceso se observa en los huesos del cráneo y de la cara. Sobre un modelo conectivo membranoso se forman trabéculas directrices de la osificación que parten de la cara profunda del periostio. Los fenómenos generales son semejantes a los descritos para los huesos precedentes.

Las porciones que facilitan el crecimiento se encuentran en la periferia del hueso: placas fibrosas que se mantienen durante el crecimiento, formando los espacios fontanelares en el cráneo.

Morfogénesis ósea. El hueso vivo

El hueso crece en longitud y en espesor, y, con los años, adquiere su forma definitiva. Esta depende de la incidencia de una serie de factores, unos hereditarios o genéticos, y otros puramente locales. Además, el tejido óseo vivo es muy maleable.

Durante el crecimiento se produce una serie de renovaciones de las capas óseas, especialmente en el hueso perióstico, que denota las reacciones a los esfuerzos o a las tracciones a las que está sometido. De este modo se originan los canales por los que transitan elementos vasculares o nerviosos, así como las salientes óseas y las irregularidades, expresiones de inserciones musculares. Estas influencias extremas repercuten en la **arquitectura del hueso**.

Cuando el tejido óseo compacto se espesa por la acción de una presión o tracción importante, el tejido óseo esponjoso orienta sus trabéculas en el sentido de la presión que soporta. En los huesos sometidos a esfuerzos complejos (cuello del fémur,

talus [astrágalo], calcáneo), la orientación de las trabéculas depende de la transmisión de las fuerzas y se adapta a las funciones propias de la estática y de la locomoción.

El crecimiento no detiene las modificaciones de la forma del hueso vivo; el hueso es asiento de constantes transformaciones. Los fenómenos de destrucción y formación ósea ocurren durante toda la vida y tienden a equilibrarse en el adulto. En la vejez predominan los procesos de destrucción, debido a las modificaciones hormonales propias de esta etapa y el esqueleto se vuelve más frágil.

Así, el esqueleto vivo funciona como un verdadero órgano, ricamente vascularizado, en el que se producen modificaciones fisicoquímicas de enorme repercusión y estrechamente relacionadas con la nutrición.

Aspectos particulares de la actividad de los huesos

Función de la alimentación: la alimentación proporciona los elementos necesarios para la osificación. Las carencias alimentarias proteicas o cálcicas se manifiestan, sobre todo en el niño, en el desarrollo del esqueleto.

Función de las hormonas: algunas glándulas de secreción interna que producen hormonas del crecimiento repercuten sobre la utilización de las sales minerales (las paratiroides). Otras lo hacen sobre los procesos generales del crecimiento óseo (la hipófisis, la tiroides y las glándulas genitales).

Función de la reparación ósea: un hueso fracturado, destruido o extirpado puede consolidarse o reconstruirse por un proceso de osteogénesis local. Se traduce por un "callo" de consolidación de fractura o por la aparición de una pieza ósea, siempre que las condiciones para la osificación sean propicias. Sobre estos fenómenos asienta el concepto de los injertos óseos para corregir la pérdida de sustancia o para reemplazar un segmento óseo.

Osteólisis: cuando predomina el proceso de destrucción ósea, se produce una rarefacción: la osteoporosis. En las radiografías, el hueso aparece transparente (radiolúcido) y presenta una fragilidad particular frente a los traumatismos.

EXPLORACIÓN DEL ESQUELETO EN EL SER VIVO

Examen clínico: algunos de los huesos son superficiales y se los percibe con facilidad debajo de los tegumentos. En la mayor parte de los casos se ven algunas salientes superficiales, por ejemplo procesos [apófisis] espinosos vertebrales, que constituyen referencias precisas en la anatomía de superficie. Los huesos contribuyen a dar la forma a la región que ocupan y toda alteración esquelética la modifica. La semiología de las fracturas, por ejemplo, tiene en cuenta las alteraciones de la forma.

Radiología: el descubrimiento de los rayos X por Wilhelm Röntgen en 1895 revolucionó la exploración del esqueleto en el ser vivo, permitiendo que se lo "fotografiara" a través de las partes blandas. Además de la radiografía simple, que permite diversas incidencias, los rayos X se utilizan en la **tomografía computarizada**, que permite "cortar" una pieza o un conjunto óseo en numerosos planos (coronales, oblicuos, transversales). La **arteriografía**, introduciendo material radiopaco en los vasos, puede precisar ciertas alteraciones patológicas del tejido óseo (tumores malignos) mediante la observación de su vascularización.

Centellografía (gammagrafía): permite la exploración del esqueleto en su totalidad. Las moléculas de pirofosfato de calcio marcadas con **tecnecio-99m** evidencian las actividades metabólicas del calcio en el tejido óseo. Se le reconoce a este método un gran valor en la investigación de localizaciones múltiples (y ocultas) de las neoplasias óseas malignas (mielomas, metástasis).

2 Artrología. Generalidades

El humano es un ser articulado cuyos diferentes segmentos pueden moverse, unos con relación a los otros, en virtud de la presencia de las articulaciones que permiten el desplazamiento y el movimiento en conjunto. Su integridad total facilita la vida de relación y la armonía de los movimientos.

Las articulaciones están constituidas por un conjunto de formaciones anatómicas que unen dos o más huesos.

La parte de la anatomía que estudia las articulaciones se llama artrología o sindesmología. No todas las articulaciones poseen el mismo valor ni la misma importancia. Existen aquellas con gran amplitud de movimientos (hombro, coxofemoral), otras que son de movimientos restringidos, semimóviles (sínfisis púbica), y por último las que carecen de movimiento (cráneo adulto) (**cuadro 2-1**).

CLASIFICACIÓN DE LAS ARTICULACIONES

Según su grado de movimiento se distinguen:

- Articulaciones móviles.
- Articulaciones semimóviles: **anfiartrosis**.
- Articulaciones inmóviles.

Según sus ejes de movimiento se distinguen:

- Rotación alrededor de ejes ortogonales: **giro**.
- Traslado en los planos perpendiculares a sus ejes: **desplazamiento**.

Las articulaciones también se **clasifican** según el tipo y la disposición del **tejido que se interpone** entre las superficies articulares. Estos tejidos interóseos pueden presentar **continuidad** (en este caso las articulaciones se denominan **sinartrosis**) o ser **discontinuos** y presentar una cavidad articular con líquido sinovial (**diartrosis**).

Según el tejido articular se distinguen:

- Por tener tejido fibroso interpuesto: **articulaciones fibrosas**.
- Por tener cartílago interpuesto: **articulaciones cartilaginosas**.
- Por tener líquido sinovial: **articulaciones sinoviales**.

La **sisarcosis** está constituida por músculos y espacios conectivos de deslizamiento y **no corresponde a una articulación verdadera** (articulación escapulotorácica: espacio interserratotorácico y espacio interserratoescapular).

SINARTROSIS

Las **sinartrosis** son uniones entre los huesos o estructuras articuladas, mediante tejido conectivo sólido o semisólido. Se clasifican de acuerdo con el tejido conectivo principal que compone la articulación:

Hay **articulaciones fibrosas**, por tener tejido fibroso interpuesto.

Hay **articulaciones cartilaginosas**, por tener cartílago interpuesto.

Hay **articulaciones óseas**, por tener tejido óseo interpuesto.

Articulaciones fibrosas o sinfibrosis

Suturas: los huesos que proceden directamente de un esbozo membranoso están unidos por tejido fibroso de fibras cortas, y quedan inmovilizados (**fig. 2-1**). Este tipo de articulación se encuentra entre los huesos del cráneo y los de la cara. Según la configuración de las superficies articulares se clasifican en:

- **Sutura plana [armónica]:** en ella se ponen en contacto superficies planas y lineales (huesos nasales).
- **Sutura escamosa:** las superficies en contacto están talladas en bisel (temporoparietal).
- **Sutura dentada:** presentan engranamientos o dentelladuras (sutura coronal).
- **Esquindilesis:** una superficie en forma de cresta se articula con una ranura (vómer y esfenoides).

Sindesmosis: los huesos se encuentran unidos por fibras de mayor longitud en forma de cordón o cinta (ligamentos), lo que permite cierta movilidad (p. ej., ligamento estilohioideo).

Membrana interósea: los huesos están unidos por una hoja de tejido conectivo (p. ej., membrana interósea radioulnar).

Gonfosis: una prolongación en forma de clavija o espina se introduce en un hueco o alvéolo, y es mantenida en su posición por fibras cortas (entre la raíz del diente y el alvéolo).

Articulaciones cartilaginosas

En este tipo de articulación, las superficies articulares poseen formaciones de cartílago hialino (sincondrosis) o fibrocartilaginosas que se interponen entre ambos huesos (p. ej., articulaciones condrocostales). Carecen de cavidad sinovial y presentan ligamentos periféricos que rodean la articulación (**fig. 2-2**).

- **Cartílago epifisario [cartílago de crecimiento]:** una articulación transitoria es la unión entre epífisis y diáfisis mediada por cartílago; luego será reemplazada, cuando se suelden ambas partes, quedando sustituida por la **lámina epifisaria**.
- **Sínfisis:** presentan un fibrocartílago interpuesto entre las superficies articulares (disco intervertebral, sínfisis pubiana). Los movimientos son limitados y de poca amplitud individual. Actuando en forma conjunta, proveen absorción de fuerzas de choque, ofreciendo resistencia y flexibilidad.

CUADRO 2-1. Clasificación de las articulaciones

Articulación	Clasificación		Ejemplos
Ósea	Sinostosis		Esfenoides-Occipital
Fibrosa	Sutura	Plana	Hueso nasal derecho-Hueso nasal izquierdo
		Escamosa	Temporal-Parietal
		Dentada	Frontal-Parietal
		Esquindilesis	Esfenoides-Vómer
	Sindesmosis		Acromion-Proceso coracoides
	Membrana interósea		Diáfisis del radio-Diáfisis de la ulna [cúbito]
	Gonfosis		Raíz del diente-Alvéolo dentario
Cartilaginosa	Sincondrosis		1.ª Costilla-Cartílago costal-Esternón
	Cartílago epifisario		En la metáfisis de los huesos largos
	Sínfisis		Pubis derecho-Pubis izquierdo
Sinovial	Plana		Cigapofisaria cervical
	Cilíndrica	Trocoide	Radio-Ulna [cúbito] proximal
		Ginglimo	Húmero-Ulna [cúbito]
	Bicondílea		Temporal-Mandíbula
	Selar (silla de montar)		Trapecio-1.er metacarpiano
	Elipsoidea		Metacarpiano-Falange proximal
	Esferoidea		Escápula-Húmero
		Cotiloidea	Coxal-Fémur

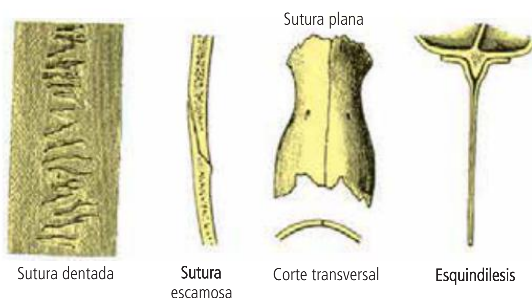


Fig. 2-1. Diversos tipos de suturas.

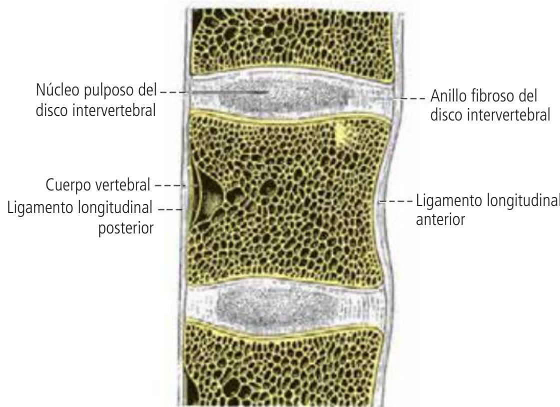


Fig. 2-2. Sínfisis típica: tres cuerpos vertebrales de la región lumbar, vistos en un corte sagital.

Articulaciones óseas

Las soldaduras óseas entre huesos se denominan **sinostosis**. Estas articulaciones son completamente inmóviles. Ejemplos: entre el esfenoides y el occipital, entre los cuerpos vertebrales del sacro.

SINOVIALES O DIARTROSIS

Son las articulaciones que presentan **cavidad sinovial**. En general son articulaciones muy móviles, particularmente interesantes por su complejidad anatómica y por su diversidad funcional. Tienen en común las formaciones anatómicas de base que las constituyen (**fig. 2-3**):

- Las superficies óseas están revestidas de cartílago, por lo general de tipo hialino.
- Los huesos están unidos por una cápsula articular y por ligamentos.
- La cápsula presenta un revestimiento sinovial en su cara interior.

Superficies articulares

Forma: es variable según la articulación considerada. Cuando las superficies en contacto no son planas, la convexidad de una pieza ósea se corresponde con una superficie configurada en sentido inverso (cóncava).

Grados de libertad de las articulaciones: con frecuencia es útil comparar los movimientos de los huesos con rotaciones alrededor de ejes perpendiculares entre sí. Cuando el movimiento de un hueso, en una articulación, está limitado a la rotación sobre un solo eje, se llama **uniaxial** y posee solo un grado de libertad. Si tiene movimientos independientes alrededor de dos ejes, la articulación será **biaxial** y tendrá dos grados de libertad.

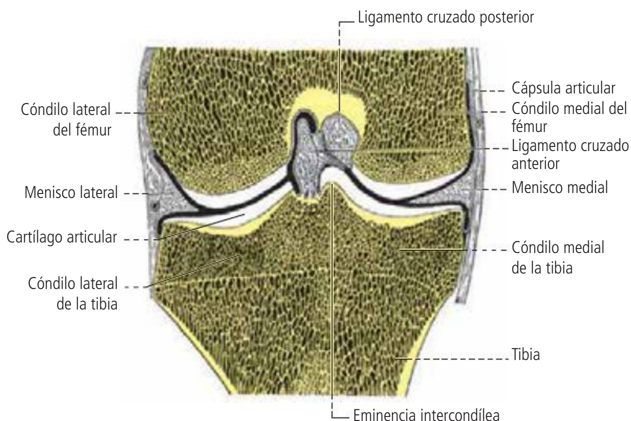


Fig. 2-3. Cartílago articular, en un corte coronal de la articulación de la rodilla. Articulación bicondílea doble.

Si puede moverse en los tres ejes ortogonales, tendrá **tres grados de libertad**. Si se mueve alrededor de muchos ejes de posición intermedia, la articulación será **multiaxial**.

Clasificación: según la forma de las superficies articulares, las **articulaciones sinoviales** se clasifican en seis géneros:

A. **Articulación esferoidea** [enartrosis]: las superficies articulares son esféricas o casi esféricas. Una de ellas, convexa, se aloja en una superficie cóncava (escapulohumeral, coxofemoral). Es una articulación multiaxial.
B. **Articulación elipsoidea** [condílea]: las superficies articulares están representadas por dos segmentos elipsoidales dispuestos en sentido inverso (articulación radiocarpiana: extremo distal del radio cóncavo, cóndilo carpiano convexo). Tiene dos ejes de movimientos. Presenta dos subgéneros:
   - **Articulación bicondílea:** dos superficies convexas se deslizan una sobre la otra (articulación temporomandibular).
   - **Bicondílea doble:** dos cóndilos de una epífisis entran en contacto con superficies más o menos cóncavas de otros dos cóndilos (articulación femorotibial) (véase **fig. 2-3**).
C. **Articulación selar** [por encaje recíproco]: cada una de las superficies articulares es cóncava en un sentido y convexa en otro, en forma de **silla de montar**. La concavidad de una corresponde a la convexidad de la otra (articulación trapeciometacarpiana). Los movimientos se desarrollan en dos ejes.
D. **Articulación trocoide:** las superficies articulares son segmentos de cilindro, uno convexo y otro cóncavo, que forman un **pivote** (articulación radioulnar proximal). Se mueve en un solo eje.
E. **Gínglimo** [troclear]: una de las superficies tiene forma de polea, en cuya "garganta" se aloja la saliente de la superficie articular opuesta (articulación humeroulnar). Se la puede describir como la función de una **bisagra**. Presenta un movimiento uniaxial.
F. **Articulación plana** [artrodia]: presenta superficies articulares más o menos planas que se deslizan una sobre la otra (procesos articulares vertebrales). Posee un movimiento multiaxial de escaso desplazamiento.

Cartílago articular

Cada superficie articular está revestida por un **cartílago articular** hialino, que se adhiere íntimamente al hueso. Su superficie libre es pulida y de coloración blanquecina. Maleable, extensible y compresible, se deforma bajo la influencia de presiones, para retornar a su espesor original cuando estas cesan. La extensión del revestimiento cartilaginoso es directamente proporcional a los movimientos de la articulación y es mayor en las articulaciones muy móviles (**fig. 2-3**).

Su espesor varía entre 0,2 y 2 mm. Es más grueso en los puntos de presión y de deslizamiento de la articulación. Así, es de mayor grosor en el vértice de las cabezas humeral y femoral y más delgado hacia el fondo o el centro de la cavidad glenoidea y del acetábulo. En los miembros inferiores es más o menos elástico a la presión y se comporta como un elemento de amortiguación frente a los choques. Su desaparición acarrea el desgaste rápido del hueso por presión y por frotamiento recíproco.

El **cartílago articular no posee vasos sanguíneos**, se nutre por imbibición a expensas del líquido sinovial. Para la parte basal del cartílago, se describen también vasos procedentes de la vecindad.

Labrum articular, disco y menisco

Estas estructuras son dispositivos de aspecto fibrocartilaginoso formados por tejido fibroso denso.

Labrum articular [rodete] (**fig. 2-4**): por lo general se dispone en forma de anillo alrededor de ciertas cavidades articulares a las que aumenta su superficie articular. Visto en un corte, es triangular; su base descansa sobre el contorno de la superficie articular y se confunde, internamente, con el cartílago articular y, por afuera, con el periostio; su cara interna mira a la cavidad articular y la externa se relaciona con los medios de unión periféricos: cápsula articular del hombro y de la cadera. En un traumatismo, la inserción ósea puede desgarrarse.

Disco y menisco articulares: están interpuestos entre las superficies articulares y mejoran su concordancia. Al corte, dos de sus caras miran a las superficies articulares y su base, periférica, se adhiere a la cápsula articular. Pueden presentar inserción ósea en sus extremidades, como ocurre con los **meniscos** en la rodilla (**figs. 2-3** y **2-5**). Su presencia divide la articulación en dos cavidades secundarias. En ocasiones, en el centro de los **discos** puede observarse una perforación.

Cápsula y ligamentos

Constituyen un dispositivo que asegura el contacto entre las superficies articulares. La **cápsula** se inserta en el hueso, en la vecindad del revestimiento del **cartílago articular**. En algunas articulaciones se fija a cierta distancia de las superficies articulares y puede tener un trayecto recurrente hasta el borde del cartílago articular. En otras, la cápsula se fija a distancia del cartílago. En este caso, puede ocurrir que una parte o la totalidad del **cartílago epifisario** se localice dentro de los límites de la cápsula articular (véase **fig. 1-6**).

La disposición de la **cápsula articular** como un manguito fibroso está condicionada a las superficies articulares. Su espesor es variable y depende de la fisiología articular. Presenta engrosamiento en los lugares donde se ejercen fuerzas de tracción, que constituyen los **ligamentos**. En la articulación del codo y en la

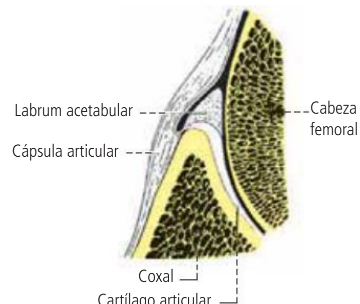


Fig. 2-4. Corte transversal de la articulación coxofemoral.

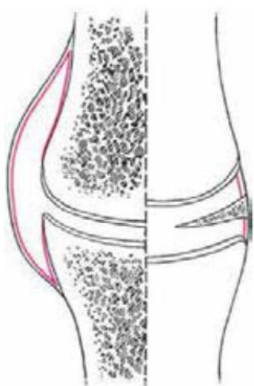


Fig. 2-5. Corte esquemático de una articulación sinovial. A la izquierda, en rojo, la sinovial dibuja dos recesos articulares. A la derecha, la presencia de un menisco articular divide la cavidad sinovial en dos espacios.

articulación talocrural, los ligamentos son bien diferenciados y espesos en sus partes laterales, mientras que la cápsula es delgada por los amplios movimientos de flexión y de extensión.

Algunos ligamentos se encuentran a **distancia** de la articulación: corresponden a músculos o a tendones periarticulares. Pueden presentarse privados de función y reducidos a bandas, pero su función mecánica no debe desdeñarse.

Los ligamentos poseen formas variables: banda o cinta, cordón diferenciado, espesamiento adherente a la cápsula. De **resistencia** considerable, le confieren a la articulación gran firmeza, como en el caso de la rodilla, que es capaz de resistir una fuerza de 415 kg sin desgarrarse.

Sólidos y flexibles, los ligamentos presentan una **elasticidad variable**:

- **Ligamentos fibrosos:** prácticamente inextensibles, su extensión limita el movimiento.
- **Ligamentos elásticos:** algo más extensibles como, por ejemplo, los ligamentos amarillos de las articulaciones vertebrales.

Con la edad, los **ligamentos** pierden su elasticidad y su flexibilidad. Se vuelven más rígidos y con mayor tendencia a acortarse, pero esto depende en gran parte de las exigencias a las que se los ha sometido. Así, el ejercicio físico tiende a mantener la flexibilidad aun en individuos de edad avanzada.

Los **ligamentos** pueden lesionarse debido a traumatismos articulares, simple distensión, desgarramiento, rotura (esguince) o bien desinserción, con arrancamiento óseo o sin él. Cuando existe un amplio desgarro capsuloligamentoso, este permite los desplazamientos amplios de las superficies articulares que se enfrentan, tal como ocurre en las luxaciones.

A ambos lados de sus inserciones óseas, la cápsula se continúa con el **periostio** de los huesos que une. Está cubierta por un tejido conectivo periarticular al cual se aplican músculos que entran, así, en contacto con la articulación. Se los denomina **músculos yuxtaarticulares** y desempeñan una acción de ligamentos activos, aun cuando anatómicamente, en sentido estricto, no forman parte de la articulación.

La **sinovial** (figs. 2-3 y 2-5) es una membrana delgada que tapiza la cápsula articular por su superficie interior. Se inserta por sus extremos en el contorno del revestimiento cartilaginoso de las superficies articulares, con el que comparte el origen embriológico. Cuando la cápsula se inserta a distancia de la superficie articular, la sinovial tapiza toda la superficie ósea interpuesta, reflejándose a partir de la cápsula: receso articular.

La **sinovial** presenta, a veces, prolongaciones de volumen variable en el interior de la articulación. Se las denomina pliegues sinoviales, y se encuentran frente a las interlíneas articulares, rellenando los espacios libres.

La sinovial es la parte más **ricamente vascularizada** de la articulación. Segrega la **sinovia**, un líquido transparente que existe en escasa cantidad en estado normal: se encuentra constituido por agua, materias proteicas, algo de mucina, trazas de grasas y sales minerales. En el líquido sinovial también se observan células deterioradas y descamadas del cartílago y de la membrana sinovial.

Constituye una porción vulnerable de la articulación: es sensible a las infecciones aportadas por la sangre (artritis septicémicas) o a las modificaciones del medio interno (reumatismo, gota). Los traumatismos que la desgarran provocan **hemorragias** intraarticulares (hemartrosis).

Las alteraciones que en ella asientan repercuten siempre sobre el juego articular (dolor, rigidez).

El **manguito capsular**, tapizado interiormente por la sinovial, sirve de pared a la cavidad articular. Es de dimensiones muy variables, tanto más vastas cuanto más amplios son los movimientos. Su forma también varía; en algunas articulaciones, como la rodilla, es muy compleja a causa de los meniscos intraarticulares, franjas sinoviales y adiposas.

VASCULARIZACIÓN

Las articulaciones reciben su irrigación y drenan hacia los vasos de la vecindad. Las **arterias** son numerosas a nivel de las grandes articulaciones de los miembros; proceden de los grandes troncos suprayacentes, lateroyacentes y subyacentes en la articulación, los que se ramifican y anastomosan, formando **círculos periarticulares**. Estos poseen una acción supletoria de trascendencia en las ligaduras arteriales. Las **venas**, satélites de las arterias, drenan la sangre de la articulación. Los **linfáticos** se reconocen en la sinovial, donde forman un plexo de mallas irregulares con prolongaciones ciegas; en la cápsula, las redes linfáticas son menos numerosas. El resto de las formaciones articulares carece de vías linfáticas. El o los plexos linfáticos drenan su contenido en unidades nodales regionales y lo hacen mediante vasos valvulares que acompañan a los vasos principales de la región.

INERVACIÓN

Proporcionada por los nervios periarteriales, las articulaciones poseen innervación propia: somática o autónoma. Profusamente distribuidos, estos nervios se reparten en la cápsula, en los ligamentos y en la sinovial, formando una amplia red; en su terminación presentan corpúsculos sensitivos. Esta rica distribución de nervios confiere a las articulaciones una extrema **sensibilidad**.

Sensibilidad al dolor: informa sobre los estados extremos: sensaciones de distensión, torsión, rotura ligamentosa. El dolor,

por sí mismo, genera reacciones vasomotoras por vía refleja que, a su vez, se exteriorizan por edema, por derrame intraarticular, por rarefacción ósea de vecindad, etcétera.

Sensibilidad propioceptiva (consciente e inconsciente): informa acerca de la posición de las articulaciones y, en consecuencia, acerca de la ubicación o los movimientos entre los diferentes segmentos óseos. Su origen se encuentra en el **sentido de la actitud** que, adquirido en la edad temprana, termina en el automatismo de los movimientos más usuales (marcha, estación bípeda, prensión, etc.).

Esta sensibilidad propioceptiva articular, junto con la sensibilidad muscular, permite el aprendizaje de los movimientos más complejos (escritura, deporte, etc.). Ciertas enfermedades nerviosas pueden ocasionar la pérdida de esta sensibilidad, que se manifiesta por una amplitud excesiva, insuficiente o incoordinada de los movimientos, con imposibilidad de control (ataxia); algunas de estas dificultades pueden ser controladas, en cierto modo, por la vista o el tacto, dependiendo de la enfermedad.

ANATOMÍA FUNCIONAL

Movimientos de las articulaciones

Se refieren al estudio de los desplazamientos de las superficies articulares entre sí. Se designan:

- **Flexión:** indica el doblez o la disminución del ángulo formado entre huesos o partes del cuerpo.
- **Extensión:** indica el enderezamiento o aumento del ángulo formado entre huesos o partes del cuerpo.
- **Abducción:** se aleja del plano sagital mediano, separación.
- **Aducción:** se dirige hacia el plano sagital mediano, aproximación.
- **Rotación:** movimiento de un segmento alrededor de su eje longitudinal. La rotación puede ser medial o lateral.
- **Pronación:** movimiento del antebrazo y de la mano que rota al radio medialmente, alrededor de su eje longitudinal, de manera que la palma quede hacia atrás.
- **Supinación:** movimiento del antebrazo y de la mano que rota al radio lateralmente, alrededor de su eje longitudinal, de manera que la palma quede hacia adelante.
- **Circunducción:** este movimiento resulta de la sucesión de los movimientos precedentes. Puede efectuarse hacia adelante o hacia atrás.
- **Oposición:** es el movimiento por el cual se aproximan el pulpejo del pulgar al pulpejo de cualquier otro dedo de la mano.
- **Elevación:** es el movimiento que mueve un segmento hacia arriba.
- **Descenso:** es el movimiento que mueve un segmento hacia abajo.
- **Eversión:** es el movimiento que aleja a la planta del pie del plano mediano del cuerpo, ubicándola lateralmente.
- **Inversión:** es el movimiento que aproxima la planta del pie al plano mediano del cuerpo, ubicándola medialmente.
- **Antepulsión:** es el movimiento de desplazamiento de un segmento hacia adelante. También se lo denomina **protracción** en el caso del hombro.
- **Retropulsión:** es el movimiento de desplazamiento de un segmento hacia atrás. También se lo denomina **retracción** en el caso del hombro.
- **Nutación:** consiste en el movimiento de balanceo (o de báscula) del hueso sacro alrededor de un eje transversal que atraviesa las tuberosidades sacras, donde el promontorio de la base de este hueso se dirige hacia abajo y su vértice hacia arriba y atrás. El resultado de esta acción produce el movimiento hacia adelante del pubis (antepulsión del pubis) y el aumento del diámetro anteroposterior (conjugado recto) de la abertura inferior de la pelvis.
- **Contranutación:** es el movimiento de balanceo del sacro, en el cual la base de este hueso se dirige hacia arriba y su vértice hacia abajo y adelante. Esta acción produce el movimiento hacia atrás del pubis (retropulsión del pubis).
- **Elevación:** es el movimiento que desplaza un segmento del cuerpo hacia arriba.
- **Descenso:** es el movimiento que desplaza un segmento hacia abajo. También se lo denomina **depresión**.
- **Protrusión:** es el movimiento hacia adelante, realizado por la mandíbula.
- **Retrusión:** es el movimiento hacia atrás, realizado por la mandíbula.
- **Diducción:** son los movimientos de lado a lado de la mandíbula (excursión lateral de la mandíbula).

Existen movimientos simples y complejos. Los simples se refieren a la flexoextensión y a la abducción-aducción, y a la rotación lateral o a la rotación medial. Los complejos surgen de la combinación de varios movimientos simples de base.

Flexibilidad articular

La posibilidad de una articulación de cumplir con los movimientos para los que está estructuralmente conformada denota su flexibilidad. Esto exige la integridad anatómica de la totalidad de sus componentes. Las alteraciones de los elementos vecinos repercuten, disminuyendo la función articular a causa de las molestias mecánicas y del dolor que provocan. Así, el **músculo**, por ser un **ligamento activo**, debe tenerse presente; una disminución de su elasticidad transforma al músculo en un freno que limita los movimientos. Esto se observa cuando un grupo muscular se encuentra hipertrofiado por ejercicios dirigidos a un único sector, o cuando se mantiene inmovilizado por largo tiempo (fijación por yeso en fracturas óseas). El movimiento necesita, además, la **descontracción** muscular, que facilita el juego funcional y repercute en la articulación (importancia de la educación física coordinada).

En el niño, la cápsula articular es más elástica y los ligamentos son más extensibles. Existen diferencias individuales y de sexo en la elasticidad articular. Una **gimnasia** técnicamente dirigida ayuda y permite a las articulaciones mantener su elasticidad y su flexibilidad por largo tiempo; el ejercicio debe ser orientado a no descuidar ningún grupo musculoarticular. La base de la recuperación muscular, luego de un largo período de inmovilización, está constituida por el masaje y por los agentes físicos dirigidos a los grupos musculares, que contribuyen a la reeducación articular. El sedentarismo y la falta de ejercicios musculares perjudican las articulaciones; el juego armónico de ellas se mantiene mediante la gimnasia que actúa sobre grupos musculares diversos.

Biomecánica articular

Su estudio, relativamente reciente, procede de representaciones y de cálculos inspirados en la mecánica industrial.

Se puede distinguir, para cada articulación:

- Una **biomecánica estática** que describe las **fuerzas** que actúan sobre ella, su composición, su "momento", el o los "momentos" que constituyen, calculados según fórmulas geométricas precisas.
- Una **biomecánica cinemática** que analiza cada uno de los movimientos que pueden desarrollarse en una articulación, "sin tener en cuenta las causas que lo engendran ni las fuerzas que son aplicadas a los móviles" (Fisher).

Tendremos presente estas nociones puesto que pueden prestar grandes servicios en el tratamiento de las fracturas articulares, así como en la colocación de "prótesis" artificiales para reemplazar una articulación destruida por el traumatismo o por una enfermedad.

EXPLORACIÓN EN EL SER VIVO

El **examen clínico**, por la simple inspección, por la palpación, por el estudio de los movimientos de una articulación, proporciona datos sobre su estado. Los datos recogidos son del dominio de la semiología.

La **radiología** informa sobre el estado de las superficies articulares y del tejido óseo vecino, así como sobre la integridad o las deformaciones en la interlínea articular.

Las **imágenes por resonancia magnética** permiten el estudio de las partes blandas y el líquido sinovial.

La **artrografía** objetiva la cavidad articular mediante la introducción en ella de un producto de contraste (artrografía gaseosa u opaca).

La **artroscopia** permite examinar la cavidad articular por medio de un artroscopio, que informa sobre el estado de los meniscos, los ligamentos, la cavidad sinovial y la cápsula. Puede practicarse en ella determinado tipo de cirugía intraarticular, así como la extracción de material para diagnóstico y/o tratamientos.

Miología. Generalidades

3

Los músculos son formaciones anatómicas que gozan de la propiedad de contraerse, es decir, de disminuir la longitud bajo el influjo de una excitación.

Podemos clasificar los músculos en:

- **Músculos estriados esqueléticos**, rojos, que obedecen al control de la voluntad.
- **Músculos lisos**, blancos, que pertenecen al sistema de la vida vegetativa y que funcionan fuera del control de la voluntad.
- **Músculo estriado cardíaco** (miocardio), rojo, que funciona fuera del control de la voluntad.

Aquí estudiaremos los músculos estriados de contracción voluntaria que pertenecen al sistema de la vida de relación. Agrupados alrededor de las piezas del esqueleto, las movilizan, constituyendo los órganos activos de los movimientos voluntarios.

ANATOMÍA MACROSCÓPICA DE LOS MÚSCULOS

Consideraciones generales

Situación. De acuerdo con su situación, pueden distinguirse **músculos superficiales** y **músculos profundos.** Los primeros también son llamados **músculos cutáneos** pues se encuentran situados inmediatamente por debajo de la piel en la tela subcutánea. Están poco desarrollados en el hombre y se los encuentra a nivel de la cara (músculos de la mímica), de la cabeza y del cuello. Los **músculos profundos** están envueltos por la fascia de revestimiento superficial que constituye su cubierta y los separa de la tela subcutánea. La mayoría de estos se inserta sobre el esqueleto (músculos esqueléticos), pero existe un pequeño número de músculos profundos anexados a órganos privados del esqueleto, como los músculos motores del ojo, de la lengua, de la faringe y del ano.

Número, peso, color. No existe acuerdo en cuanto a su número. Según la opinión de Sappey, existirían 501 músculos estriados en el hombre. El conjunto de estos músculos, en un individuo de contextura media, corresponde a algo menos de la mitad del peso total de su cuerpo, es decir aproximadamente 30 kg para un individuo de 70 kilos de peso. De ellos, a los músculos de los miembros les corresponden aproximadamente 7 kilos para el miembro superior y 13 para el inferior. En ciertos atletas, el peso de la masa muscular puede corresponder al 50% del peso del cuerpo.

El músculo vivo es de color rojo. Esta coloración denota la existencia de pigmentos y de una gran cantidad de sangre en las fibras musculares.

Dirección. En general, la mayoría de los músculos son **rectilíneos**, más o menos paralelos al eje mayor del cuerpo o al de los miembros. Aquellos que se inclinan sobre estos ejes son llamados **oblicuos** o **transversos.** Otros músculos no siempre siguen una línea recta, sino cambian de dirección durante su trayecto, en general apoyándose en una superficie ósea; son los **músculos reflejos** (obturador interno, oblicuo superior del ojo).

Configuración externa

Según la **forma** que adoptan, se distinguen:

- **Músculos largos:** se los halla, sobre todo, en los miembros. Los más superficiales son los más largos; algunos de ellos pueden pasar por dos articulaciones (p. ej., bíceps braquial, semimembranoso). También dentro de los músculos profundos se encuentran músculos más cortos, que pasan por una sola articulación (p. ej., braquial, vasto intermedio).
- **Músculos anchos:** se caracterizan por ser aplanados. Se localizan en las paredes de las grandes cavidades, como el tórax y el abdomen. Presentan forma variable: triangular, acintada, plana, curva, etc. Sus bordes son rectilíneos; sin embargo, se los puede observar como irregulares y dentados. Algunos de ellos forman verdaderos tabiques de separación, como el músculo diafragma y el elevador del ano.
- **Músculos cortos:** están en las articulaciones donde los movimientos son poco extensos, lo que no excluye su fuerza ni su especialización, por ejemplo los músculos de la eminencia tenar (en la palma para mover el pulgar).
- **Músculos anulares:** están dispuestos alrededor de un orificio al cual circunscriben y cuyo cierre aseguran. Se los llama orbiculares o esfínteres. Tienen espesor y fuerza variables.

Existen, además, ciertos músculos que no pueden ser clasificados dentro de una de estas categorías. Un ejemplo de ello lo constituye el músculo recto del abdomen, que es a la vez largo y ancho.

Debe señalarse que ciertos músculos, como los **digástricos**, se caracterizan por la existencia en su trayecto de una interrupción tendinosa que origina la existencia de dos **vientres** musculares, situados uno en la prolongación del otro o acodados en ángulo más o menos abierto.

Inserciones de los músculos

Los músculos se fijan por sus extremos a superficies llamadas **puntos de inserción**.

Casi todos ellos están situados sobre el esqueleto, pero existen algunos que se insertan en la piel (músculos cutáneos), en las mucosas (lengua, labios) o en un órgano blando (ojo, sinovial, fascia).

Modo de inserción de los músculos. Tendones

Es muy raro que un músculo se inserte directamente; por lo general, lo hace por intermedio de un **tendón** (fig. 3-1). De estructura fibrosa, este prolonga el músculo hasta su punto de inserción.

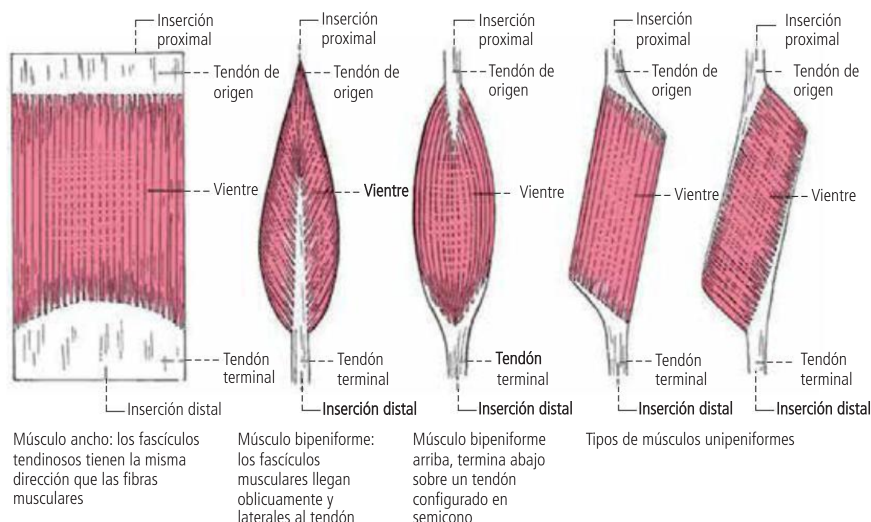


Fig. 3-1. **Disposición de las fibras musculares con respecto a los tendones.**

La forma de los tendones es variable; unos son cilíndricos, otros aplanados; algunos son muy largos y otros muy cortos; existen, por último, los que se extienden en amplias láminas fibrosas.

Los tendones son siempre de coloración blanquecina, brillante, nacarada. Son muy resistentes y prácticamente inextensibles: la contracción del músculo puede así actuar sin retardo, sin pérdida de fuerza frente a la palanca puesta en movimiento.

Inserción de origen e inserción terminal

Por lo común, se distinguen dos inserciones en un músculo: la **inserción de origen** y **la inserción terminal**. En el cuello y los miembros se habla también de **inserción superior** e **inferior**, e **inserción proximal** y **distal**.

Las inserciones de origen (**fig. 3-1**) pueden ser:

- **Carnosas:** las fibras musculares llegan a la superficie ósea de inserción y se pierden en el periostio; son las menos frecuentes.
- **Tendinosas:** el músculo se origina por medio de fibras blanquecinas en un **tendón de origen** de forma variable: cilíndrico, aplanado, etcétera.
- **Tendinomusculares:** son una combinación de las precedentes.
- **Arcos fibrosos:** son bastante frecuentes; entre dos puntos de inserción ósea se tiende un arco de cuya convexidad parten fibras carnosas (arco del sóleo, del cuadrado lumbar).

Algunos músculos están formados en su origen por varios cuerpos musculares reunidos distalmente en una inserción única. Se los designa bíceps, tríceps o cuádriceps, según tengan dos, tres o cuatro **cabezas de origen**.

Las **inserciones de terminación** pueden hacerse, las más frecuentes, por medio de **tendones** que prolongan el cuerpo muscular bajo formas variables: largos, breves, cilíndricos, aplanados; pueden emitir expansiones.

La inserción terminal de un músculo único también puede efectuarse por varios tendones, como, por ejemplo, en los flexores de los dedos (multífidos).

Hay tendones que se extienden, formando amplias láminas fibrosas que son denominadas **aponeurosis**, como se observa en los tendones anchos que prolongan los músculos oblicuos y transverso del abdomen hasta la línea alba.

El **tendón** puede ser considerado como la **prolongación del tejido conectivo** que rodea y separa las fibras musculares: las fibras tendinosas se agrupan en fascículos y su cohesión se debe al entrelazamiento y a la disposición helicoidal del tejido conectivo dispuesto entre ellas. El tejido conectivo que rodea por afuera al tendón se corresponde con el perimisio muscular.

La unión de la fibra muscular y del tendón está asegurada por un conjunto de fibrillas conectivas que gradualmente se transforman en fibras tendinosas.

La terminación de los tendones, cuando se insertan sobre el esqueleto, está representada por una fusión íntima con el periostio. Las fibras tendinosas no penetran en el hueso, excepto en algunos casos, como el tendón calcáneo o el tendón del iliopsoas. Sin embargo, la tracción que ejercen en la superficie de inserción provoca la aparición de salientes óseas, procesos, espinas, que ya han sido descritas.

Disposición de las fibras musculares con respecto a sus tendones

La continuidad músculo-tendón es muy variable (**fig. 3-1**). Los diferentes aspectos pueden sintetizarse en dos tipos esenciales: la inserción de extremo a extremo y la inserción lateral.

Inserción de extremo a extremo: es infrecuente; se la observa en particular a nivel de los músculos anchos.

Inserción lateral: en ella, los haces musculares se fijan en forma oblicua sobre su tendón, al igual que las barbas de una pluma en su tallo. Se distinguen:

- El **músculo peniforme, bipeniforme**: se lo denomina así porque los haces musculares se insertan a ambos lados del tendón.
- El **músculo semipeniforme, unipeniforme**: cuando un solo lado del tendón recibe la inserción de las fibras musculares.

Algunos músculos pueden presentar una inserción de tipo diferente en cada extremo. Cuando las dos inserciones son semipeniformes, en general se orientan en sentido inverso. De ello resulta que los fascículos se tienden oblicuamente de un lado a otro.

VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN DE LOS MÚSCULOS

Vascularización

Está muy desarrollada a causa de la actividad fisiológica intensa de estos órganos.

Arterias

Cada músculo recibe una o varias arterias propias, de las cuales alguna puede ser muy voluminosa, como ocurre con la arteria del cuádriceps; con menos frecuencia, recibe una arteria única. La arteria de mayor calibre y constancia es la arteria principal, que está acompañada por dos venas y por el nervio correspondiente. De esta manera se constituye la **raíz** [pedículo] **vasculonerviosa** principal del músculo, que debe ser conservada en los trasplantes musculares quirúrgicos. Las arterias restantes que penetran en el músculo son arterias accesorias.

En el interior del músculo, las ramificaciones arteriales se disponen en el sentido de las fibras musculares. Se ramifican e intercambian numerosas anastomosis con la red arteriolar precapilar. Se dividen en el interior del músculo en innumerables capilares que rodean las fibras musculares constituyendo una red de considerable densidad.

Venas

La red venosa se desarrolla de acuerdo con las necesidades energéticas del órgano. Las venas nacen de las redes interfasciculares, se reúnen para formar venas más voluminosas que emergen del músculo por los lugares de penetración de las arterias y terminan en los troncos venosos profundos de la vecindad, siguiendo un trayecto satélite de las arterias. La contracción muscular (corazón periférico) impulsa la sangre a las venas y favorece el retorno de la sangre venosa hacia el corazón.

Linfáticos

Los músculos contienen numerosos vasos linfáticos que tienden a situarse en los espacios conjuntivos interfasciculares, donde confluyen para emerger del músculo, y terminan en los espacios perimusculares regionales y, posteriormente, en los nodos regionales.

Vascularización de los tendones

Los tendones no tienen una buena vascularización. Sus fuentes de origen son ramas provenientes de los vasos musculares, o bien arteriolas procedentes de la irrigación del periostio de la vecindad de la inserción, de la vaina conectiva peritendinosa o de los vasos que existen en los tejidos vecinos. Ciertos tendones, como los flexores de los dedos, tendones largos, poseen pedículos propios que siguen la vía de los mesotendones.

Inervación

El músculo puede ser abordado en uno o varios puntos por filetes nerviosos múltiples; estos pueden integrar el pedículo vasculonervioso principal o bien llegar al músculo como elementos independientes.

Cada **fibra mielínica** termina en una fibra muscular. Este contacto está asegurado por la **placa motora** que se interpone entre la fibra nerviosa y la fibra muscular. En el momento de la contracción se produce la liberación de neurotransmisores en la placa motora.

ANEXOS DE LOS MÚSCULOS Y DE LOS TENDONES

Estudiaremos aquí la las fascias [aponeurosis], las vainas fibrosas, las vainas sinoviales y las bolsas sinoviales.

Fascias musculares

Se da el nombre de fascia [aponeurosis] a las membranas fibrosas que envuelven a los músculos. Están encargadas de la contención durante la contracción muscular. No hay que confundirlas con las aponeurosis de los músculos anchos del abdomen.

En los miembros (fig. 3-2), las fascias adoptan la forma de cilindros huecos o manguitos que rodean las masas musculares en toda su extensión, aislándolas de los planos subcutáneos y cutáneos superficiales. Se insertan en especial sobre las salientes óseas epifisarias. Desde este manguito (fascia de envoltura), parten hacia la profundidad unos tabiques que separan músculos vecinos o grupos musculares netamente distintos: son los **tabiques intermusculares** que se insertan a los lados de una diáfisis.

En el tronco, la cabeza y el cuello, las fascias suelen ser más delgadas, pero, como los mismos músculos, más complejas en la disposición que adoptan.

Recibe el nombre de **rafe** el entrecruzamiento, en la línea mediana, de formaciones fasciales laterales, como sucede con los rafes suprahioideos e infrahioideos del cuello.

Las fascias ejercen resistencias ante la presión que experimentan durante la contracción de los músculos subyacentes y ante la tracción cuando dan inserción a fibras musculares. Esta resistencia aumenta debido a la elasticidad de las fascias. Cuando esta cede por contracción violenta o choque directo, la envoltura muscular desgastada permite el establecimiento de una hernia muscular.

Vainas fibrosas y vainas sinoviales de los tendones

Son formaciones desarrolladas a modo de puente o de túnel entre las superficies óseas sobre las cuales se deslizan los tendo-

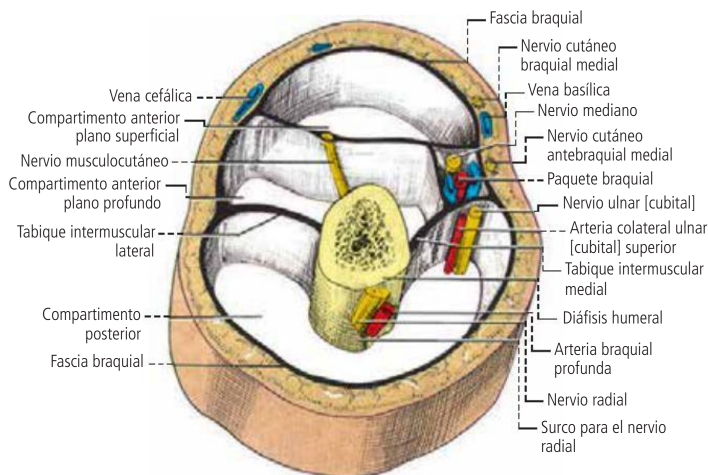


Fig. 3-2. Corte horizontal del brazo izquierdo en su parte media; segmento inferior del corte visto por su cara superior.

nes. Su función es contener el tendón, permitiéndole un deslizamiento fácil, o actuar como polea de reflexión. Se las encuentra sobre todo en los extremos de los miembros en los cuales los tendones deben permanecer en contacto con el esqueleto, cualquiera sea la posición del segmento del miembro que se considere.

Las **vainas fibrosas** están insertadas en el hueso. Algunas tienen estructura propia, mientras que otras adaptan su organización a las formaciones fibrosas y fascias vecinas. Rodean a uno o a varios tendones.

Las **vainas sinoviales** son envolturas serosas que tapizan el interior de estos túneles osteofibrosos. Favorecen el deslizamiento de los tendones. Cada vaina sinovial está formada por una **lámina visceral**, que reviste y se aplica al tendón, y por una **lámina parietal**, que tapiza el interior de la vaina osteofibrosa. Estas dos láminas se continúan una con la otra en los extremos de la vaina, con lo cual forman **recesos sinoviales** que hacen de la sinovial una cavidad cerrada. En ciertos puntos, el tendón se encuentra unido a la pared osteofibrosa por repliegues conectivos revestidos por la sinovial. Estos contienen vasos destinados al tendón: son los **mesotendones**.

Bolsas sinoviales anexas a los músculos

Entre dos músculos, o entre un músculo y un hueso, con frecuencia se observan pequeñas bolsas tapizadas por una membrana serosa: son las **bolsas sinoviales**, que favorecen el deslizamiento muscular. Algunas de estas se comunican con la cavidad sinovial de una articulación vecina.

Las **vainas sinoviales**, como las bolsas sinoviales, pueden infectarse por diferentes vías. La repercusión de esta infección puede llevar a la pérdida del poder de deslizamiento de la vaina y producir un efecto perjudicial sobre el tendón. En un grado menor de repercusión, el que queda perturbado es el juego de deslizamiento que incluso puede llegar a interrumpirse a causa de las adherencias que se contraen. Esto trae aparejadas la pérdida de la funcionalidad y la fijación en una posición desfavorable.

Espacios de deslizamiento

Se designa así al espacio comprendido entre un músculo y un plano fibroso u óseo, o al espacio intermuscular. Contiene tejido conectiva laxo que permite el desplazamiento de los músculos entre sí o contra un plano óseo o fibroso. Los elementos vasculonerviosos utilizan estos espacios para su distribución, lo que facilita el deslizamiento de los músculos y de los tendones.

Se los observa en la palma de la mano, en el pie, en el espacio interescapulotorácico, retromamario, retrovisceral y retrofaríngeo [de Henke].

Otras veces, por el contrario, se establece una conexión entre la envoltura de un músculo y un elemento canalicular, como sucede en el conducto diafragmático (hiato esofágico del diafragma).

ANATOMÍA FUNCIONAL DE LOS MÚSCULOS

Los músculos están dotados de dos cualidades: **tono y contractilidad**.

Tono muscular: un músculo en reposo presenta cierto grado de contracción fisiológica refleja que recibe el nombre de tono muscular. Este se exterioriza en la conservación de actitudes posturales como ocurre en la posición de pie, en la que actúa el tono de los músculos del tronco y de la planta del pie. A causa del tono, los músculos no tienen que compensar un estado de relajación antes de contraerse.

Contractilidad: en ella se distinguen:

- La **contracción isométrica** o estática, que pone en tensión al músculo sin modificar su longitud. Es lo que sucede con el cuádriceps femoral en la posición de pie: su contracción estática se opone a la flexión de la rodilla por el peso del cuerpo.
- La **contracción isotónica** acorta el músculo acercando sus inserciones y suscita un movimiento propio para cada músculo.

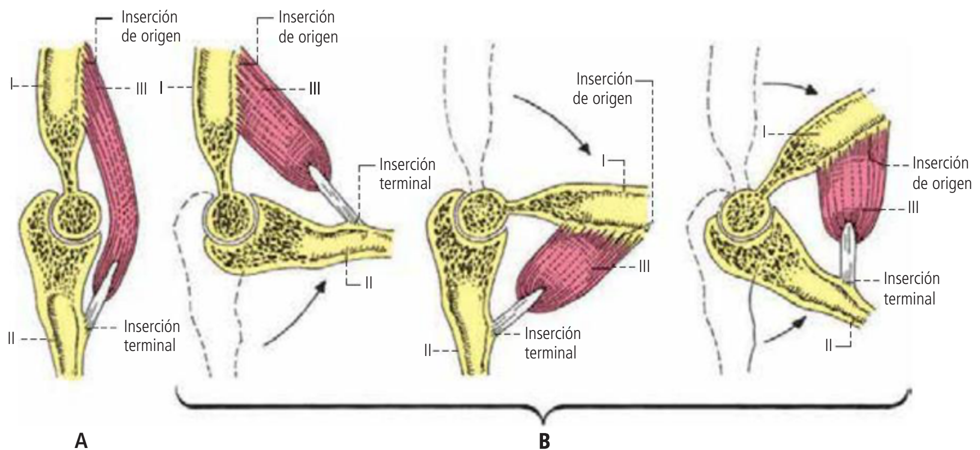


Fig. 3-3. **Acción mecánica de los músculos. A.** Músculo en estado de reposo: I, II, dos palancas óseas reunidas por una articulación; III, músculo. **B.** Músculo en estado de contracción: la palanca II, móvil, está inclinada hacia la palanca I, fija; la palanca I, móvil, está inclinada hacia la palanca II, fija; las dos palancas I y II, ambas móviles, están inclinadas recíprocamente una hacia la otra.

La contracción muscular posee dos cualidades: la fuerza y la velocidad. La **fuerza** depende de la longitud y del volumen de las fibras musculares. La **velocidad** es una condición propia de la fibra muscular. Puede ser aumentada por el entrenamiento.

Punto fijo y punto móvil

Cada músculo posee, cuando se contrae, un punto **fijo** y un punto **móvil**. La contracción muscular acerca el punto móvil al punto fijo. Pero, si bien para un movimiento dado esos puntos son siempre los mismos para un músculo determinado, cada uno de los puntos de ese mismo músculo puede ser fijo o móvil según el movimiento que realice. Así, en la flexión del antebrazo sobre el brazo, el punto fijo del bíceps braquial está en la escápula, y su punto móvil, en el radio. Por el contrario, en la acción de trepar, el bíceps toma su punto fijo en el radio, mientras que el punto móvil se establece en la escápula, elevando todo el cuerpo.

Acción mecánica de los músculos

Las diversas piezas del esqueleto son semejantes a palancas y, como ellas, poseen un punto de apoyo, una potencia y una resistencia (**figs. 3-3** y **3-4**).

El **punto de apoyo** es el punto inmóvil en torno del cual gira la palanca. En el humano, está constituido por la **articulación**. La **potencia**, la fuerza que impulsa a la palanca a desplazarse, está representada por el músculo o los músculos que se insertan en ella. La **resistencia** es la fuerza que se debe vencer. Así, en el movimiento de flexión del antebrazo sobre el brazo, la palanca está constituida por los dos huesos del antebrazo, el punto de apoyo es la articulación del codo, la potencia agrupa los músculos bíceps braquial y braquial, y la resistencia está representada por el antebrazo, la mano y lo que esta debe levantar.

De acuerdo con la ubicación del punto de apoyo y de los puntos de aplicación de la potencia y de la resistencia, se distinguen en mecánica tres géneros de palanca (**fig. 3-4**):

- **Palanca de primer género:** es aquella en la que el punto de apoyo (A) está situado entre el punto de aplicación de la resistencia (R) y el de la potencia (P). La articulación de la cabeza con la columna vertebral proporciona un ejemplo.
- **Palanca de segundo género:** es aquella en la que el punto de aplicación de la resistencia (R) está situado entre el punto de apoyo (A) y la aplicación de la potencia (P). Es lo que sucede cuando se levanta el talón, elevándose sobre las puntas de los pies.
- **Palanca de tercer género:** en ella se encuentra una potencia (P) aplicada entre el punto de apoyo (A) y el punto de aplicación de la resistencia (R). Este tipo de palanca es el más numeroso en el organismo, sobre todo en los miembros.

Las nociones elementales de mecánica precedentes permiten interpretar la acción de los músculos: cuando se conocen sus inserciones y sus relaciones articulares, es fácil prever su acción. Por ello se habla de músculos flexores, extensores, rotadores (mediales o laterales), abductores o aductores.

Independientemente de esta acción como palanca, algunos músculos periarticulares actúan sobre las superficies articulares manteniéndolas en contacto y reforzando la acción puramente pasiva de los ligamentos fibrosos; de este modo, se comportan como verdaderos **ligamentos activos** de la articulación. Esto es notable sobre todo en la articulación escapulohumeral. Cada músculo considerado de manera aislada posee una acción que le es propia.

Coordinación de las contracciones musculares en el movimiento

Un movimiento implica la contracción de un grupo muscular y su acción. Los músculos que participan en un movimiento

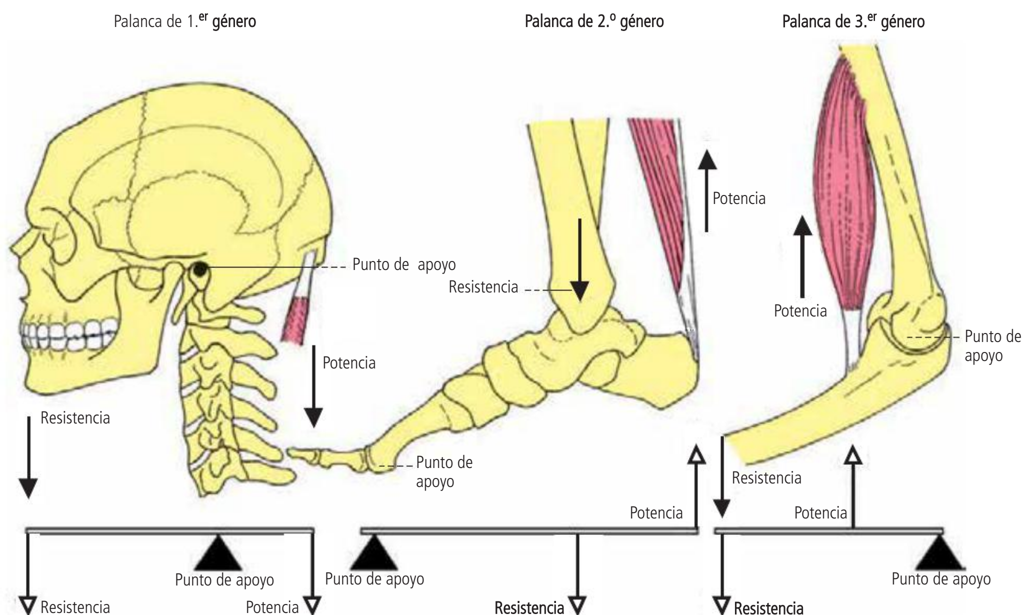


Fig. 3-4. Esquema que representa los diferentes tipos de palanca relacionados con la acción mecánica de los músculos.

determinado se denominan **agonistas**. Aquellos que se oponen a los agonistas y que, por su contracción, pueden invertir o impedir un movimiento se llaman **antagonistas**. Por ejemplo, en la flexión del antebrazo sobre el brazo, el bíceps braquial y el braquial son los agonistas, y el tríceps braquial el antagonista. Por el contrario, en la extensión del antebrazo, es el tríceps el que se vuelve agonista, mientras que el bíceps y el braquial son los antagonistas.

Los **músculos fijadores** son aquellos que, por su contracción, fijan un segmento del cuerpo para permitir un apoyo básico en los movimientos ejecutados por otros músculos, como en el caso de la fijación de los músculos abdominales para permitir el descenso del brazo contra una resistencia. Entre estos se distingue un tipo especial de fijadores, los **músculos sinergistas**, que permiten a los agonistas ejecutar su acción en una articulación distante; los extensores de los dedos y los extensores del carpo mantienen extendida la región del carpo y de la mano durante la prensión.

Un músculo puede tener una **acción doble**. Por ejemplo, el bíceps braquial, que actúa como flexor del antebrazo sobre el brazo y participa en la supinación del antebrazo juntamente con el supinador.

Columna vertebral



Esqueleto de la columna vertebral

4

La columna vertebral [raquis] está constituida por piezas óseas superpuestas, las **vértebras**, cuyo número es de 33 a 34. La columna comprende 4 porciones que, de arriba hacia abajo, son: cervical, torácica, lumbar y pélvica. Existen:

- 7 vértebras cervicales
- 12 vértebras torácicas
- 5 vértebras lumbares
- 9 (o 10) vértebras pélvicas soldadas entre sí para formar 2 piezas óseas distintas: el sacro y el cóccix.

Estudiaremos sucesivamente las vértebras libres, el sacrocóccix, la estructura, la vascularización y el desarrollo de las vértebras y, por último, la columna vertebral en general.

VÉRTEBRAS LIBRES: CERVICALES, TORÁCICAS Y LUMBARES

En su estudio se distinguen:

- Caracteres **generales**, comunes a todas las vértebras.
- Caracteres **particulares**, propios de cada región.
- Caracteres **individuales**, que, en una misma región, distinguen a determinadas vértebras.

Características comunes a todas las vértebras: vértebra tipo

Las vértebras están constituidas por un **cuerpo**, masa ósea que forma su parte anterior, y un arco vertebral, situado detrás del cuerpo (**figs. 4-1** y **4-2**). Ambos se encuentran unidos por dos columnas anteroposteriores: los **pedículos del arco vertebral**, que contribuyen a delimitar a ambos lados el **foramen vertebral**.

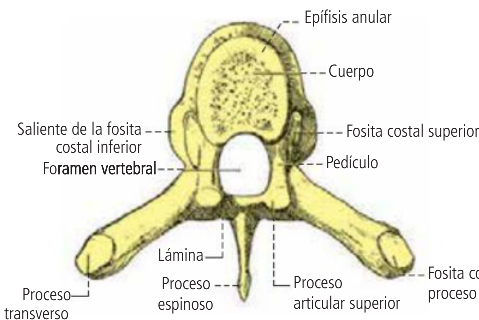
Cuerpo vertebral

Ocupa la porción anterior de la vértebra. Tiene la forma de un cilindro con dos caras, una superior y la otra inferior; es acentuadamente convexo hacia adelante; sus caras laterales y anterior son algo cóncavas en sentido vertical; su cara posterior es cóncava en sentido transversal y forma la pared anterior del foramen vertebral. Su periferia está limitada por tejido compacto. El cuerpo vertebral está constituido por tejido esponjoso, espeso, sólido y resistente, y sus trabéculas se hallan orientadas en el sentido de las presiones; el cuerpo vertebral es el elemento que contribuye a la sustentación de la columna.

Arco vertebral

Está colocado por detrás del cuerpo vertebral, al cual está unido por los pedículos (derecho e izquierdo). Comprende:

- **Apófisis (procesos) transversas**, en número de dos, dirigidas lateralmente; terminan en un extremo libre.
- **Apófisis (procesos) articulares** (cigapófisis): dos superiores y dos inferiores; se articulan con las vértebras suprayacentes y subyacentes.
- **Apófisis (proceso) espinosa**: una, más ancha por adelante (base), que por atrás (vértice); impar, posterior y situada en el plano mediano, es muy saliente hacia atrás.
- **Láminas vertebrales:** dos; desde la base de la apófisis (proceso) espinosa, se dirigen lateralmente para unirse a las apófisis (procesos) transversas y articulares.
- **Pedículos**, en número de dos, se extienden desde la base de las apófisis (procesos) transversas y articulares hasta la parte posterior y lateral del cuerpo vertebral. Sus bordes superior e inferior describen dos curvas opuestas por su convexidad, que



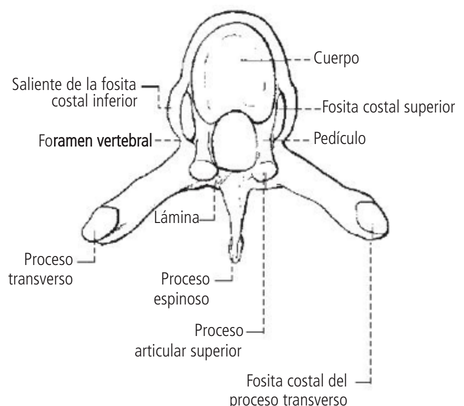


Fig. 4-1. Vértebra torácica, vista superior.

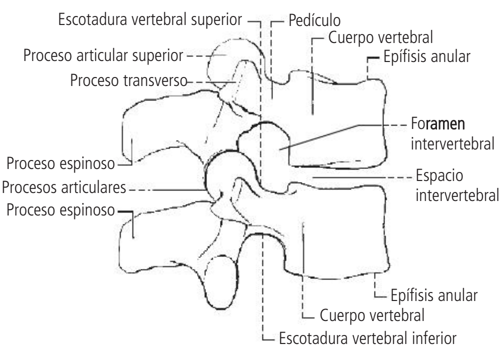


Fig. 4-2. Dos vértebras superpuestas, vista lateral.

se ensanchan en sus extremos. Estas **incisuras [escotaduras]** se corresponden con las de las vértebras suprayacentes y subyacentes, formando los **forámenes intervertebrales** [agujeros de conjunción].

La porción entre el pedículo y la lámina se denomina [macizo apofisario]. En él se describe una **porción interarticular [istmo vertebral]**, difícil de delimitar: corresponde a una línea oblicua que reúne las **apófisis (procesos) articulares superior e inferior**, bien visibles en las radiografías de la columna vertebral, en una proyección oblicua (**fig. 4-3**). Es un "punto débil" susceptible de romperse accidentalmente (espóndilolisis traumática).

El arco vertebral constituye, desde el punto de vista funcional, la parte motora de la vértebra a causa de los numerosos músculos que se insertan en su periferia y que ocupan especialmente el profundo canal posterolateral, situado entre las apófisis (procesos) espinosas, las láminas y las apófisis (procesos) transversas. Pero no es menos importante la acción de sustentación debida a la superposición de las apófisis (procesos) articulares.

Foramen vertebral

Está delimitado adelante por la cara posterior del **cuerpo vertebral**; atrás, por las láminas y la base de la apófisis (proceso) espinosa, y lateralmente por los pedículos y las apófisis (procesos) articulares. La superposición de los **forámenes vertebrales** constituye el **conducto (canal) vertebral**, que aloja a la médula espinal, sus raíces, sus envolturas y sus anexos. La vértebra es un elemento de protección del contenido nervioso, noble y frágil, que alberga.

El foramen vertebral se abre a ambos lados, en los **forámenes intervertebrales** [agujeros de conjunción] (véase **fig. 4-2**), limitados adelante por los cuerpos vertebrales y el disco intervertebral; atrás, por las apófisis (procesos) articulares; arriba y abajo, por los bordes superiores e inferiores de los pedículos adyacentes (**cuadro 4-1**). Los **forámenes intervertebrales** dan paso a las **raíces espinales** originadas en la médula espinal (**cuadro 4-2**).

Posición de una vértebra

El cuerpo, hacia adelante, y la incisura [escotadura] menos profunda de los pedículos del arco, hacia arriba. Para las vértebras cervicales y torácicas, se encuentran hacia arriba las apófisis (procesos) articulares que miran hacia atrás; para las vértebras lumbares, aquellas que miran hacia atrás y medialmente.

Características particulares de las vértebras de cada región

Permiten reconocer la región a la cual pertenece una vértebra. Dependen de las condiciones funcionales propias de cada segmento de la columna vertebral (**cuadro 4-3**).

Vértebras cervicales

Cuerpo: alargado transversalmente. En los extremos de su cara superior se observan dos pequeñas salientes: las **apófisis (procesos) unciformes** [semilunares] del cuerpo; en los extremos laterales de la cara inferior: dos escotaduras para las apófisis (procesos) unciformes de la vértebra subyacente. La cara anterior del cuerpo es cóncava en sentido vertical; la cara posterior es casi plana (**figs. 4-4** y **4-5**).

Pedículos del arco vertebral: emergen del cuerpo vertebral, oblicuos hacia atrás y lateralmente. Su **extremo anterior** se fija en la unión de las caras lateral y posterior del cuerpo; su **extremo posterior** se confunde atrás con la lámina, y lateralmente con las apófisis (procesos) articulares. Su **cara lateral** presenta un canal vertical que constituye la pared del foramen transverso por el que transcurre la arteria vertebral; su **cara medial** contribuye a delimitar el foramen vertebral. El **borde superior** presenta una incisura [escotadura] más marcada que la del **borde inferior.** Ambos bordes son gruesos, por lo cual el **foramen intervertebral** se vuelve un verdadero conducto.

CUADRO 4-1. Límites del foramen intervertebral.

Límite superior	Límite inferior	Límite anterior	Límite posterior
Pedículo (incisura vertebral inferior) de la vértebra superior	Pedículo (incisura vertebral superior) de la vértebra inferior	Disco intervertebral	Articulación cigapofisaria (procesos articulares y cápsula articular)
		Parte inferior y lateral del cuerpo de la vértebra superior	
		Parte superior y lateral del cuerpo de la vértebra inferior	

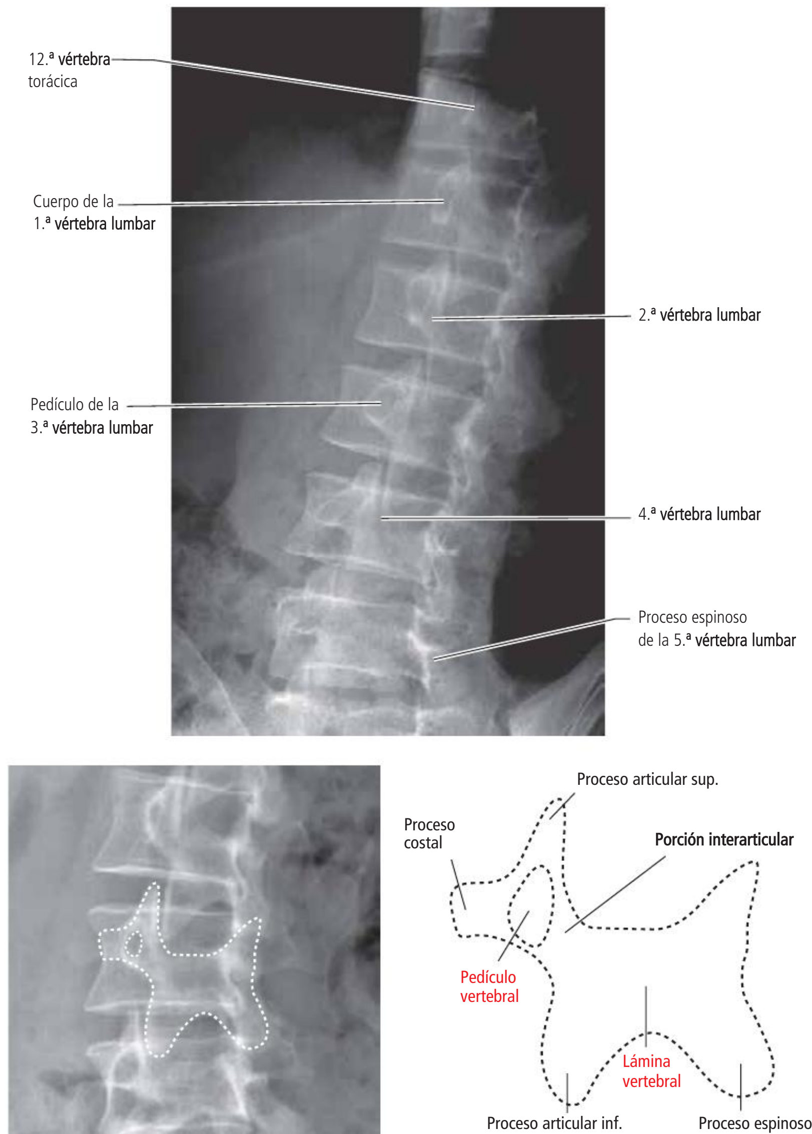


Fig. 4-3. Radiografía digital de columna lumbar. Proyección oblicua.

Láminas: de forma cuadrilátera, más largas que anchas, están dirigidas hacia abajo y hacia atrás. Su cara anterior está inclinada hacia adelante; su **cara posterior**, orientada en sentido inverso. El **borde superior** descendente hacia la apófisis (proceso) espinosa se une al del lado opuesto. Por adelante y hacia lateral, se continúa con el borde superior de la apófisis (proceso) articular superior. El **borde inferior,** romo, se continúa medialmente atrás con el opuesto. Por sus **extremos posteriores**, las láminas se unen en el plano mediano, donde se constituye la apófisis (proceso) espinosa. Su extremo anterior y lateral se continúa con la columna ósea que sostiene los procesos articulares.

Apófisis (procesos) espinosas: prismáticas y triangulares, están inclinadas hacia abajo y hacia atrás. Sus **caras laterales** convergen arriba, formando el **borde superior**; su **cara inferior**, excavada, representa un canal donde, en la extensión de la cabeza, se aloja el borde superior de la apófisis (proceso) subyacente. El **vértice** termina en dos **tubérculos**, en general separados por una incisura, rara vez asimétricos.

Apófisis (procesos) transversas: se hallan situadas por delante de las apófisis (procesos) articulares y de los pedículos. Presentan dos raíces: **anterior**, que se une al cuerpo por adelante y lateral a la implantación del pedículo; **posterior**, que se

CUADRO 4-2. Contenido del foramen intervertebral.
Nervio espinal
Raíz anterior (ventral) del nervio espinal
Raíz posterior (dorsal) del nervio espinal
Ganglio espinal
Ramo meníngeo del nervio espinal
Rama espinal (de las arterias vertebral, intercostal, lumbar o sacra lateral)
Vena intervertebral
Meninges (duramadre, aracnoides y piamadre espinales)
Receso subaracnoideo con LCR
Tejido adiposo del espacio epidural

implanta lateral a la columna de las apófisis (procesos) articulares y por delante del pedículo. Ambas raíces se encuentran unidas hacia lateral por un puente óseo dirigido de adelante hacia atrás; estas raíces delimitan con la cara anterior del pedículo y con la porción lateral del cuerpo, el **foramen transverso**, por donde pasan la arteria vertebral, las venas vertebrales y el nervio vertebral [nervio de François-Franck] (ramo del simpático). El vértice de la apófisis (proceso) transversa termina en dos **tubérculos**: anterior y posterior.

Apófisis (procesos) unciformes: son típicas de las vértebras cervicales. Su cara medial se continúa con la cara superior del cuerpo y se relaciona con el disco intervertebral; la cara lateral rugosa se relaciona con la arteria vertebral. Su base se implanta en el cuerpo; el borde superior es convexo de adelante hacia atrás.

Apófisis (procesos) articulares: están situadas en los extremos del [macizo apofisario] al que se conectan la lámina, el pedículo y la apófisis (proceso) transversa. Presentan dos carillas articulares: una **superior**, inclinada hacia atrás, hacia arriba y ligeramente en dirección medial, y una **inferior**, orientada hacia abajo y hacia adelante. Se articulan con las apófisis (procesos) correspondientes de las vértebras suprayacentes y subyacentes.

Foramen vertebral: amplio, triangular de base anterior, su diámetro transverso es casi el doble que su diámetro anteroposterior; corresponde a la intumescencia cervical de la médula espinal.

La forma de estas vértebras está adaptada a **su movilidad**: apófisis (procesos) articulares poco encajadas, foramen vertebral amplio y numerosas rugosidades para inserciones musculares.

Vértebras torácicas

Cuerpo: es redondeado, más voluminoso cuanto más abajo se lo considere. Las caras laterales del cuerpo vertebral presentan un canal circunferencial y, por delante de los pedículos, dos **fositas costales**, superior e inferior, cerca de los bordes del cuerpo. Con las fositas homólogas de las vértebras suprayacente y subyacente, estas forman un ángulo entrante, cuyo vértice corresponde al disco intervertebral en el que se aloja la cabeza costal (**figs. 4-1** y **4-6**).

Pedículos: tienen un borde superior ligeramente cóncavo, mientras que su borde inferior presenta una fuerte incisura [escotadura] de acuerdo con la inclinación de las láminas y de las apófisis (procesos) espinosas.

Láminas: son cuadriláteras, casi verticales.

Apófisis (proceso) espinosa: dirigida hacia abajo y hacia atrás, larga y de sección triangular. El borde superior es romo; el borde inferior, excavado en canal; sus caras laterales se estrechan hacia el vértice.

Apófisis (procesos) transversas: se separan ampliamente por detrás del pedículo. En la cara anterior de su vértice presentan una fosita articular, la **fosita costal de la apófisis (proceso) transversa**, donde se articula el tubérculo costal.

Apófisis (procesos) articulares: las superiores, muy salientes, se elevan en sentido vertical. Las inferiores, por el contrario, están reducidas a dos carillas articulares sobre la cara anterior de las láminas, orientadas hacia adelante y algo medialmente.

Foramen vertebral: es casi circular y comparativamente pequeño. Las vértebras de la columna torácica son relativamente **fijas**, pues constituyen un sólido apoyo a las costillas y, por lo tanto, a los movimientos de la caja torácica.

Vértebras lumbares

Estas vértebras son sólidas y móviles al mismo tiempo.

Cuerpo: es muy voluminoso. Su diámetro transversal es mayor que el anteroposterior (**figs. 4-7** y **4-8**).

Pedículos: emergen de los ángulos posterosuperiores del cuerpo y se dirigen de adelante hacia atrás. Cortos y horizontales, su incisura [escotadura] inferior es mucho más marcada que la superior.

Láminas: gruesas y cuadriláteras, más altas que anchas, son oblicuas de arriba hacia abajo y de adelante hacia atrás. Por su ángulo superolateral se unen al pedículo y a la apófisis (proceso) articular superior; en su ángulo inferior y lateral se implanta la apófisis (proceso) articular inferior.

Apófisis (proceso) espinosa: cuadrilátera y robusta, se dirige en sentido horizontal hacia atrás; sus caras laterales son sagitales y rugosas. El borde posterior, más espeso y rugoso, tiene en su parte inferior un tubérculo que representa el vértice de la apófisis (proceso).

Apófisis (procesos) costales: son abultadas y transversales, y se desprenden a la mitad de la altura del pedículo. Semejan a los procesos transversos de los otros niveles.

Apófisis (procesos) articulares: se distinguen las superiores, excavadas, situadas por detrás y por encima de la apófisis (proceso) costal, orientadas hacia atrás y medialmente, y las inferiores, cilindroides, convexas, orientadas en sentido lateral y ligeramente hacia adelante. Estas superficies articulares están enmarcadas por un rodete óseo prominente.

Foramen vertebral: triangular, de lados iguales, es relativamente pequeño pues, a partir de la 2.ª vértebra lumbar, solo contiene las raíces espinales inferiores y sus envolturas.

En las **vértebras lumbares** también se describen:

- Las **apófisis (procesos) mamilares**, una de cada lado, situadas inmediatamente laterales a la raíz de la apófisis (proceso) articular superior.
- Las **apófisis (procesos) accesorias**, inconstantes, que se hallan detrás de la raíz de cada una de las apófisis (procesos) transversas.

CUADRO 4-3. Características particulares de las vértebras de diferentes niveles.

Nivel vertebral	Cuerpo	Foramen vertebral	Proceso espinoso	Procesos transversos	Procesos articulares	Láminas	Forámenes intervertebrales
Cervical	Alargado transversalmente Procesos unciformes en los extremos laterales de su cara superior	Triángulo isósceles de base anterior	Corta y bífida	Presentan un surco en su cara superior para el nervio espinal. Su extremo tiene dos tubérculos. En su base se encuentra el foramen transverso	Presentan carillas articulares oblícuas en ángulo de 45º	Cuadriláteras Más anchas que altas	Estrechos en el eje anteroposterior
Torácico	A cada lado presenta dos fositas costales	Pequeño y aproximadamente circular	Largo, prismático triangular e inclinado hacia abajo	Nacen por detrás del pedículo. En su cara anterior presentan una fosita costal	La orientación de las carillas articulares es casi vertical	Cuadriláteras. Tan altas como anchas	Son ovalados
Lumbar	Voluminoso con un diámetro transverso mayor	Triangular, casi equilátero	Cuadrilátero y de dirección horizontal	Llamados procesos costales, son finos y largos, con un proceso accesorio en su base	Las carillas articulares tienen orientación vertical. Las superiores son cilindros cóncavos y las inferiores sin cilindros convexos. Presentan proceso mamilar	Cuadriláteras. Más altas que anchas	Ovalados y amplios

Cómo reconocer una vértebra

Se debe examinar primero la base de las **apófisis (procesos) transversas**: se observa si existe o no un foramen. En el primer caso, se trata de una **vértebra cervical**. De no haber un foramen transverso, la vértebra puede ser torácica o lumbar. Se procede, entonces, a examinar la parte posterolateral del cuerpo vertebral: si existen **fositas costales**, es una **vértebra torácica**; si no las hay, es una **vértebra lumbar** (**fig. 4-9**).

Caracteres individuales de ciertas vértebras

Atlas [CI]

Es una vértebra original por sus características y se la reconoce a simple vista. A diferencia de todas las otras vértebras, en ella se observan dos **masas laterales**, reunidas por un **arco anterior** y un **arco posterior** (**figs. 4-10** y **4-11**).

Masas laterales: son dos columnas óseas cuyas caras superior e inferior convergen medialmente. **Cara superior:** presenta una superficie articular, la **carilla articular superior** [cavidad glenoidea], configurada en forma de suela de zapato, orientada hacia arriba y medialmente, que se articula con el cóndilo del occipital. **Cara inferior:** superficie articular planocóncava en sentido transversal y convexa en sentido anteroposterior, orientada hacia abajo medialmente; la **carilla articular inferior** se articula con la carilla articular superior del axis. **Cara lateral:** en ella se implanta la apófisis (proceso) transversa. **Cara medial:** en su tercio anterior presenta un tubérculo donde se inserta el ligamento transverso del atlas para la articulación atlantoaxoidea mediana. **Cara anterior:** en ella se implanta el arco anterior. **Cara posterior:** en ella se implanta el arco posterior.

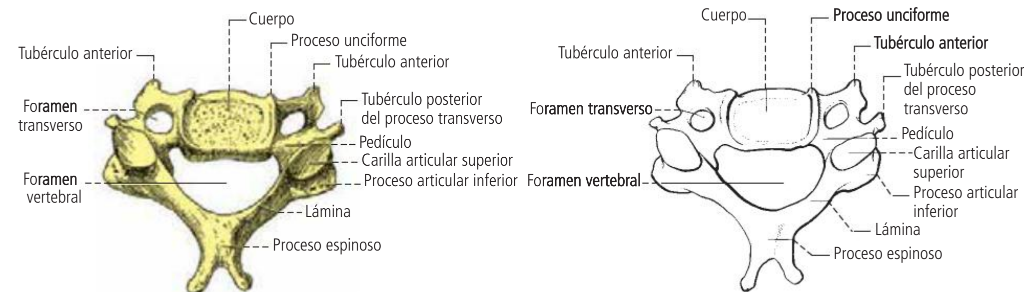


Fig. 4-4. Vértebra cervical, vista superior.

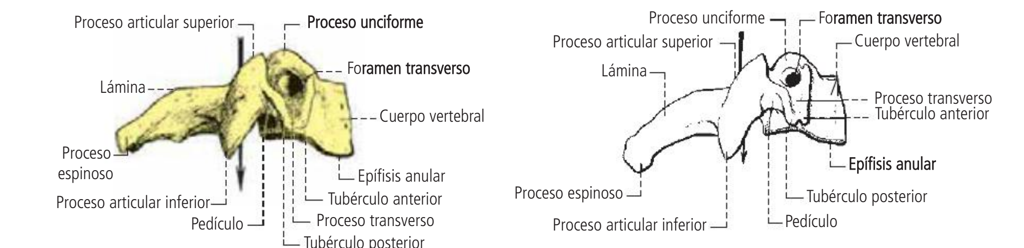


Fig. 4-5. Vértebra cervical, vista lateral derecha. La flecha atraviesa el foramen vertebral.

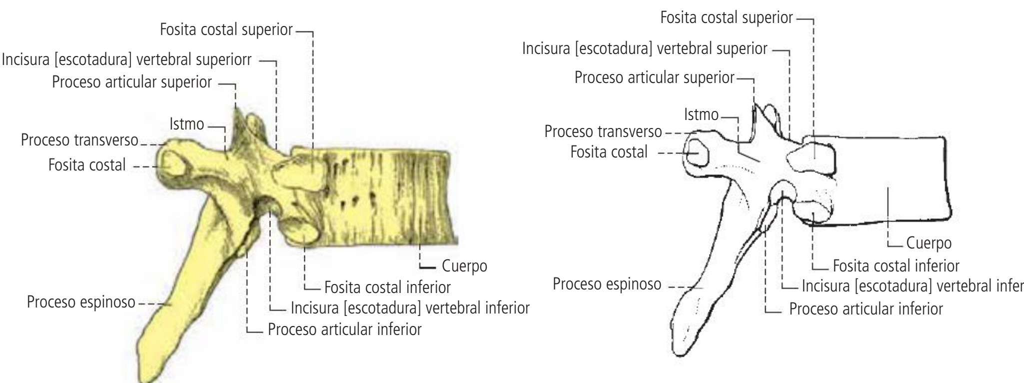


Fig. 4-6. Vértebra torácica, vista lateral derecha.

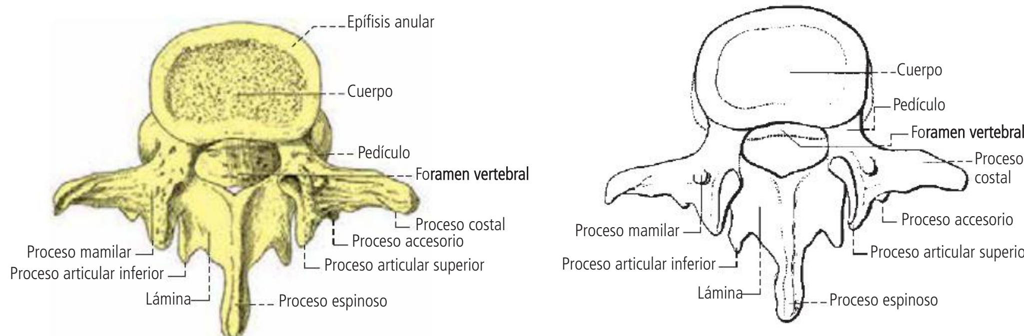
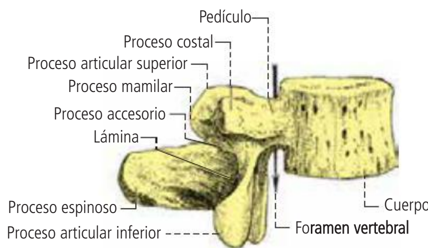


Fig. 4-7. Vértebra lumbar, vista posterosuperior.



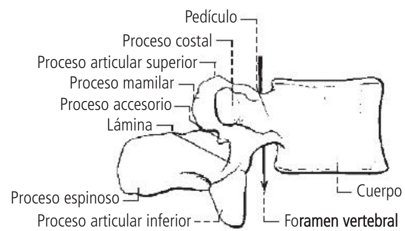


Fig. 4-8. Vértebra lumbar, vista lateral derecha.

Apófisis (procesos) transversas: cada una emerge de la cara lateral de la masa lateral. Se extienden más lateralmente que las de las otras vértebras cervicales. Se implantan por medio de dos raíces: la **anterior**, más alta que la posterior, se sitúa en el tercio anterior; la **posterior**, sobre el tercio posterior, a mitad de su altura. Ambas circunscriben el **foramen transverso** para la arteria vertebral. En sentido lateral, la reunión de las raíces forma un tubérculo aplastado de arriba hacia abajo.

Arco anterior: aplastado de adelante hacia atrás, se implanta, por medio de sus dos extremos, en las caras anteriores de las masas laterales. Constituye, junto con el diente del axis, el equivalente al **"cuerpo de la vértebra C1"**. **Cara anterior:** convexa, presenta el **tubérculo anterior** en la línea mediana y, a sus lados, dos depresiones y rugosidades. **Cara posterior:** cóncava, tiene, en el medio, una superficie articular también cóncava, limitada por un reborde, la **fosita del diente**, donde articula la cara anterior del diente del axis.

Arco posterior: describe una curvatura de concavidad anterior, cuyos extremos se implantan en la cara posterior de las masas laterales. En su parte lateral, es aplastado de arriba hacia abajo. La **cara superior** presenta el **surco de la arteria vertebral**, donde se ubican la arteria vertebral y el 1.er nervio cervical. La **cara inferior** es convexa; su **borde medial** contribuye a delimitar el foramen vertebral; su **borde lateral** se continúa con la raíz posterior de la apófisis (proceso) transversa. El arco posterior es aplastado de adelante hacia atrás en su parte media. La **cara anterior** delimita el foramen vertebral. La **cara posterior** presenta una saliente: el **tubérculo posterior** del atlas dividido por una cresta en dos vertientes.

Foramen vertebral: circunscrito por las masas laterales y los arcos, está compuesto por dos partes: una **anterior**, que aloja al diente del axis, y otra **posterior**, que representa el conducto vertebral ocupado por la transición entre la médula oblongada [bulbo raquídeo] y la médula espinal, con sus envolturas.

El atlas puede hallarse en parte o totalmente soldado al occipital (occipitalización del atlas).

Posición

Se coloca hacia **adelante** el más corto de los arcos, que se caracteriza por presentar, en su cara posterior, una carilla articular (**la fosita del diente**; **hacia arriba**), las carillas articulares superiores, que son alargadas en forma de suela de zapato.

Axis [CII]

Cuerpo: casi tan ancho como alto, en él se origina el **diente del axis** [apófisis odontoides], que se fija por su base en la cara superior del cuerpo vertebral. Por encima de la base, el diente se estrecha y forma el **cuello**; luego, se ensancha y forma el **cuerpo**, aplastado de adelante hacia atrás. Este último presenta, en su **cara anterior**, una **carilla articular anterior** oval de eje mayor vertical que se corresponde con la que existe en la cara posterior del arco anterior del atlas; la **cara posterior** presenta la **carilla articular posterior**, que es convexa y transversal para el ligamento transverso del atlas, y el **vértice** del diente del axis, en cuyo extremo se inserta el ligamento del vértice del diente. La **cara anterior del cuerpo vertebral** presenta una saliente triangular; la **cara posterior** es semejante a la de las otras vértebras (**figs. 4-12** a **4-14**).

Pedículos: se extienden desde el cuerpo hasta las apófisis (procesos) articulares y láminas; su borde inferior presenta una marcada incisura [escotadura], ausente en el borde superior.

Láminas: gruesas y rugosas, sus caras superiores se encuentran excavadas en el tercio medial para inserciones musculares.

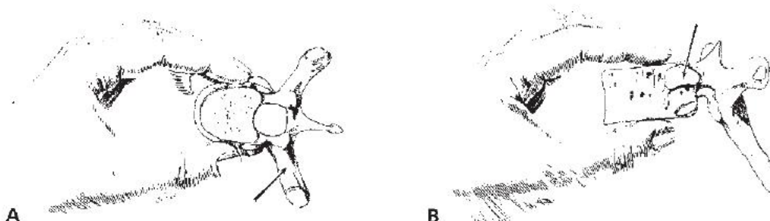


Fig. 4-9. ¿Cómo reconocer una vértebra? **A.** Si no existe foramen en la base del proceso transverso, es una vértebra torácica o lumbar. **B.** Si hay fositas articulares sobre los lados del cuerpo, es una vértebra torácica.

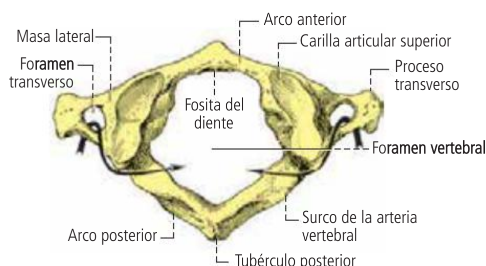


Fig. 4-10. Atlas (CI), vista superior. La flecha indica el recorrido de la arteria vertebral.

Apófisis (proceso) espinosa: se implanta en la unión de ambas láminas; es voluminosa y se dirige hacia atrás. Su extremo bifurcado en "V" es abierto hacia abajo.

Apófisis (procesos) transversas: su raíz anterior se implanta en el cuerpo, y la raíz posterior, en el pedículo. A diferencia de las otras vértebras cervicales, su extremo es unituberculoso. La raíz anterior y el pedículo se unen por un puente óseo que soporta la mitad anterior de la apófisis (proceso) articular superior. En la cara inferior de este puente, se observa un canal por el que pasa la arteria vertebral, que a este nivel describe un codo. El foramen transverso está limitado por el cuerpo vertebral, por el pedículo y por las raíces anterior y posterior de la apófisis (proceso) transversa.

Apófisis (procesos) articulares: las **superiores** están separadas de la base del diente por un surco. Las carillas superiores son ovales, con un pequeño extremo anteromedial, convexas de adelante hacia atrás, y casi planas en sentido transversal. Las **inferiores**, situadas por fuera y por detrás de las precedentes, por debajo del extremo anterior de las láminas, presentan una carilla articular más pequeña, orientada como la de las vértebras subyacentes.

Foramen vertebral: es triangular y de base anterior. Menor que el foramen vertebral del atlas y mayor que los del resto de las vértebras cervicales.

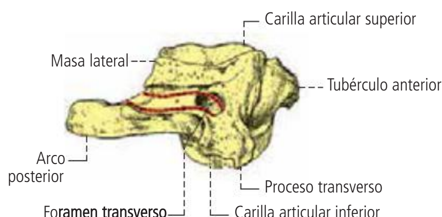
Posición

Se sitúa hacia adelante y hacia arriba el diente de esta vértebra; la cara inferior del cuerpo, horizontal.

Otras vértebras

Tienen caracteres individuales precisos:

- **6.ª vértebra cervical:** la raíz anterior de la apófisis (proceso) transversa adquiere dimensiones importantes; es más gruesa que la de las otras vértebras. Tiene una prominencia anterior; se la puede palpar bajo los tegumentos. Este tubérculo, en la parte anterior de la apófisis (proceso) transversa, se conoce como **tubérculo carotídeo** [Chassaignac].
- **7.ª vértebra cervical:** presenta un cuerpo más voluminoso que el de las otras vértebras cervicales. Sus apófisis (procesos) unciformes son pequeñas; las **láminas** tienen dimensiones verticales más grandes; la **apófisis (proceso) espinosa** es larga y saliente, lo que origina su denominación de **vértebra prominente**; las apófisis (procesos) transversas son largas, fuertes y unituberculosas, con una raíz anterior poco espesa, al contrario de la posterior, que posee las características de una apófisis (proceso) transversa torácica. **El foramen transverso**, más pequeño, puede faltar, y por él no pasa la arteria vertebral. Las **apófisis (procesos) articulares** superiores están por encima y por detrás de la raíz posterior del proceso transverso.
- **1.ª vértebra torácica:** vértebra de transición entre las columnas cervical y torácica. **Cuerpo:** predomina el diámetro transversal. En sus caras laterales se observa una **fosita costal** completa para la 1.ª costilla, que puede ser compartida con la 7.ª vértebra cervical.
- **10.ª vértebra torácica:** en ella comienzan a aparecer los caracteres de transición hacia las lumbares. Existe solo una **fosita articular costal**: la **superior** para la 10.ª costilla. La apófisis (proceso) espinosa es menos oblicua.
- **11.ª vértebra torácica:** el **cuerpo** presenta una sola carilla articular para la 11.ª costilla; su mitad anterior responde al cuerpo, su mitad posterior al pedículo. **Apófisis (proceso) espinosa:** aplastada en sentido transversal o dirigida hacia atrás horizontalmente. **Apófisis (procesos) transversas:** cortas y rugosas, sin **carillas articulares**. **Apófisis (procesos) articulares:** comienzan a orientarse hacia afuera.
- **12.ª vértebra torácica:** el **cuerpo** presenta una carilla articular para la 12.ª costilla, en la superficie exterior del pedículo. Las **apófisis (procesos) transversas** son más cortas que las de las vértebras precedentes y no tienen fosita costal. Las apófisis (procesos) articulares inferiores, convexas, miran lateralmente y hacia adelante como las de las vértebras lumbares.
- **1.ª vértebra lumbar:** presenta una apófisis (proceso) costiforme más corta que las demás vértebras lumbares.
- **5.ª vértebra lumbar:** su cuerpo cuneiforme es más alto adelante que atrás, lo que da a su cara inferior la oblicuidad necesaria para su contacto con el sacro subyacente. Las **apófisis (procesos) costiformes** son cortas, macizas y piramidales. Las apófisis (procesos) articulares inferiores están situadas en el mismo plano sagital que las superiores.



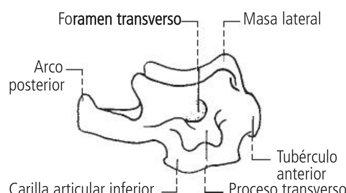


Fig. 4-11. Atlas (CI), vista lateral derecha. El trayecto rojo indica el recorrido de la arteria vertebral.

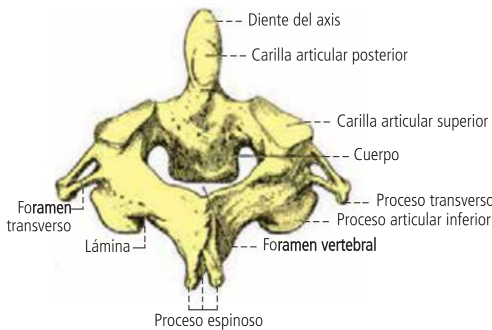


Fig. 4-12. Axis (CII), vista posterosuperior.

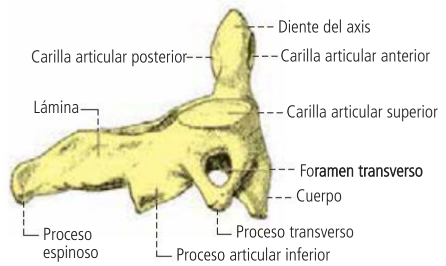


Fig. 4-14. Axis (CII), vista lateral derecha.

Nótese que todas las "vértebras originales" corresponden a **regiones de transición**: occipitocervical, cervicotorácica, toracolumbar y lumbosacra.

Sacro y cóccix

Las vértebras que continúan la columna lumbar constituyen la porción pélvica de la columna vertebral. Las 5 primeras vértebras, separadas en el niño, no tardan en soldarse entre sí para dar origen al **sacro**. Las vértebras siguientes se fusionan y forman el **cóccix**.

Sacro

Está situado en la parte posterior de la pelvis, entre los huesos ilíacos; aplanado de adelante hacia atrás, es más voluminoso arriba que abajo. Sus dimensiones disminuyen a partir del punto en que su función de **sustentación** es transferida a la pelvis por la articulación sacroilíaca (**figs. 4-15** a **4-19**).

Francamente oblicuo, de arriba hacia abajo y de adelante hacia atrás, se distinguen cuatro caras, una base y un vértice.

Cara anterior o pélvica (**fig. 4-15**): es cóncava hacia adelante y hacia abajo; presenta en la línea mediana cuatro salientes: las **líneas transversales del sacro**, que exteriorizan la soldadura de las cinco vértebras sacras. En los extremos de cada línea se disponen los **forámenes sacros anteriores**, que se prolongan en sentido lateral, por canales transversales de diferente orientación, que convergen hacia la escotadura ciática mayor.

Esta cara se halla delimitada por tres bordes:

Borde superior y anterior, convexo; su parte media corresponde al cuerpo de la 1.ª vértebra sacra y recibe el nombre de

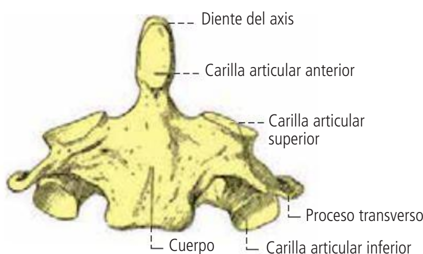


Fig. 4-13. Axis (CII), vista anterior.

promontorio. A ambos lados, el borde es convexo y romo y corresponde al borde anterior de las alas del sacro.

Los **bordes laterales** tienen tres segmentos: **anterior**, cóncavo hacia abajo y hacia adelante, es el borde anterior de la superficie articular; **medio**, cóncavo hacia abajo, continúa a la escotadura ciática mayor del hueso coxal, y **posterior**, oblicuo hacia abajo, hacia atrás y medial, hacia el vértice del sacro.

Cara posterior (**fig. 4-16**): es irregular en la línea mediana y, desde la base al vértice, se observan una escotadura de concavidad superior, origen del **conducto sacro** y una cresta saliente que representa las apófisis (procesos) espinosas de las vértebras sacras, la **cresta sacra mediana**, cuya parte inferior se continúa en un orificio con forma de "V" invertida, el **hiato sacro**. Lateralmente a la cresta sacra, a ambos lados: el surco medial, que corresponde a las soldaduras de las láminas vertebrales. Más lateral aún, la **cresta sacra medial [intermedia]**, que resulta de la unión de las apófisis (procesos) articulares. A nivel de la 5.ª sacra, esos tubérculos forman, a ambos lados del plano mediano, las **astas del sacro**, que limitan lateralmente la parte inferior del canal sacro y responden a las **astas del cóccix**. Laterales a los tubérculos, se observan los cuatro **forámenes sacros posteriores**, más laterales que los anteriores, y, por último, la **cresta sacra lateral**, que presenta la soldadura de las apófisis (procesos) transversas.

Base (**fig. 4-17**): su parte media está constituida por una superficie oval que representa el cuerpo de la 1.ª vértebra sacra; su borde anterior saliente corresponde al promontorio. Por detrás de esta superficie se observa el **foramen superior del conducto sacro**; el ángulo posterior es redondeado, y los extremos laterales están ocupados por un surco que se extiende desde el primer foramen sacro posterior hasta el último foramen intervertebral. En sentido más lateral, se observa a cada lado una superficie triangular, plana, de eje mayor transversal: las **alas del sacro**. Sobre el borde posterior de la base, entre el cuerpo y el ala, se elevan las **apófisis (procesos) articulares superiores**, cuyas superficies miran hacia atrás, medialmente, y se articulan con las apófisis (procesos) articulares inferiores de la 5.ª vértebra lumbar.

Caras laterales (**fig. 4-18**): su parte superior es ancha y constituye una verdadera cara, mientras que la inferior se adelgaza y forma un borde. La parte **superior** presenta la **carilla auricular**, amplia superficie articular para el hueso coxal, más saliente hacia adelante. Detrás de ella, se observa una superficie irregular, con excavaciones más o menos profundas para inserciones ligamentosas y con orificios para la penetración de vasos: **la fosa cribosa**.

Vértice: en la región mediana hay una carilla elíptica de eje mayor transversal, convexa en todos los sentidos, que se articula con la base cóncava del cóccix.

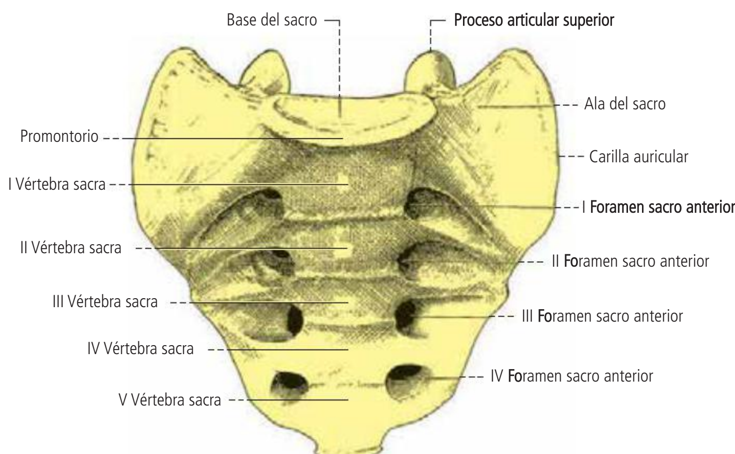


Fig. 4-15. Sacro, cara pelviana o anterior.

Conducto (canal) sacro: prolonga el conducto (canal) vertebral; se estrecha y aplana progresivamente hacia abajo. En el vértice del sacro, su pared posterior desaparece y se observa un **hiato** limitado por las **astas inferiores del sacro**. A ambos lados de los ángulos laterales del conducto sacro se ven los **forámenes intervertebrales** (**fig. 4-19**), por los que transcurren los nervios sacros. Simples en su origen y transversales lateralmente, cada uno de ellos da origen a dos conductos: uno dirigido hacia adelante, que termina en el **foramen sacro anterior**; el otro, posterior, que termina en el **foramen sacro posterior.** El orificio inferior o **hiato sacro** tiene forma variable, según los procesos de soldadura de las vértebras.

Posición

Se coloca la cara cóncava y lisa hacia adelante y hacia abajo, la parte más ancha (base) del hueso hacia arriba y hacia adelante.

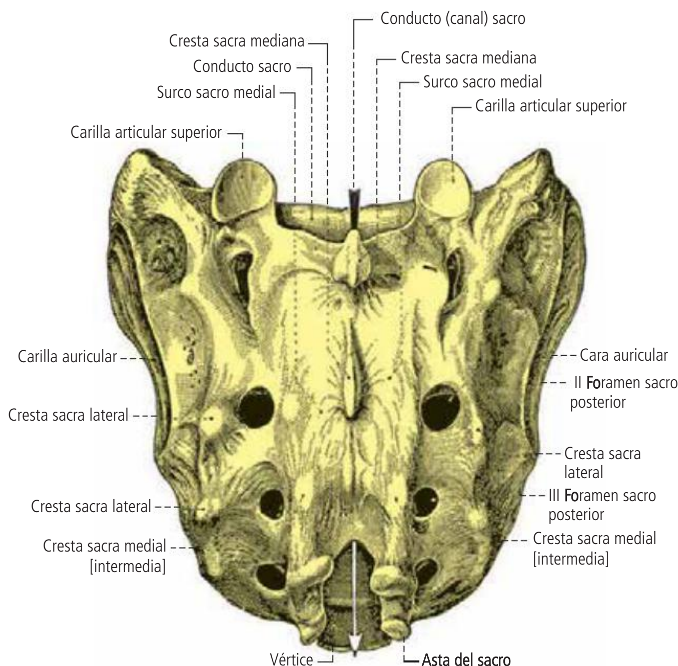


Fig. 4-16. Sacro, cara dorsal.

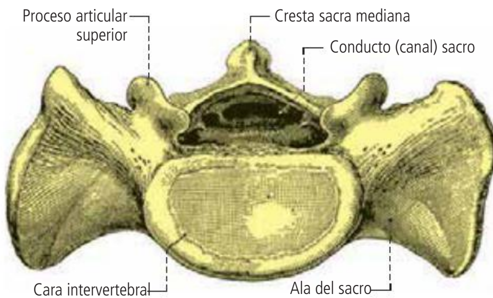


Fig. 4-17. Sacro, cara superior.

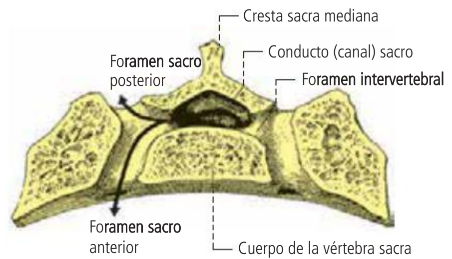


Fig. 4-19. Sacro, corte horizontal.

Cóccix

Resulta de la fusión de cuatro o cinco vértebras atrofiadas. Impar y mediano, tiene forma triangular irregular. La vértebra coccígea superior presenta una **cara anterior**, cóncava; una **cara posterior**, convexa, de cuyos ángulos laterales emergen las astas coccígeas, vestigios de las apófisis (procesos) transversas; su parte superior contribuye a delimitar, junto con la parte terminal de la cara lateral del sacro, un **foramen sacro anterior**, incompleto, para el 5.º nervio sacro. Del borde superior, a ambos lados del plano mediano, emergen dos prolongaciones cilíndricas, **las astas del cóccix**, que se articulan con las astas del sacro. La **cara superior** se articula con el vértice del sacro; la cara inferior se articula con la siguiente pieza coccígea constituida por tres o cuatro pequeños núcleos óseos, que representan las últimas vértebras coccígeas, separadas por crestas de soldadura. La 1.ª vértebra coccígea puede estar articulada o fusionada con la 2.ª vértebra. El ápice puede estar bifurcado (**fig. 4-20**).

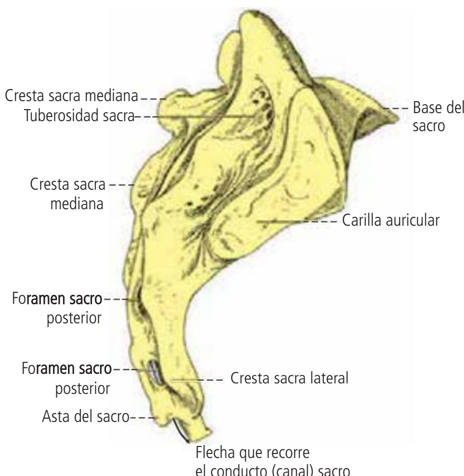


Fig. 4-18. Sacro, cara lateral derecha. La flecha recorre el conducto sacro.

Posición

Hacia abajo el extremo adelgazado del hueso; la base, hacia arriba.

ESTRUCTURA, VASCULARIZACIÓN Y DESARROLLO DE LAS VÉRTEBRAS. ANATOMÍA DE SUPERFICIE Y RADIOLOGÍA

Estructura

Las vértebras están constituidas por **tejido óseo esponjoso**, variable según el punto que se considere (**figs. 4-21** y **4-22**). El hueso esponjoso dispone sus trabéculas según las líneas de fuerza, de presión o de tracción a las que está sometida la vértebra.

En el cuerpo vertebral: el tejido óseo esponjoso se condensa en la superficie del hueso en contacto con la laminilla compacta que lo rodea. En el centro de la vértebra se dispone formando alvéolos (punto frágil). Se distinguen muy bien, por lo menos en el adulto, un sistema de trabéculas horizontales, radiadas, verticales, y un sistema oblicuo que parece irradiar desde el pedículo, de atrás hacia adelante.

En el arco vertebral: el hueso esponjoso es más denso, excepto, a veces, en la base de las apófisis (procesos) transversas y espinosas.

En el [macizo apofisario]: existe un sistema bien individualizado de trabéculas intertransversas.

Las vértebras deben soportar **fuerzas de presión** (acción de sustentación), que aumentan gradualmente de arriba abajo, y **fuerzas de tracción** (flexión, extensión, rotación), que exigen una gran solidez e integridad vertebral, las cuales disminuyen con la edad a causa de la rarefacción del tejido óseo (osteoporosis senil).

Vascularización

Las vértebras se encuentran ricamente vascularizadas. Los cuerpos vertebrales contienen gran cantidad de médula ósea (elementos hematopoyéticos), y la red vascular sorprende, pues parece muy superior a las necesidades de piezas óseas de ese tamaño.

Las **arterias** para las vértebras cervicales provienen de la arteria vertebral; para las torácicas, de las arterias intercostales, y, para las lumbares, de las arterias lumbares.

Las **venas**, numerosas, voluminosas y plexiformes, terminan hacia adelante en venas que se corresponden con las arterias, y hacia atrás en los plexos venosos vertebrales (**fig. 4-23**).

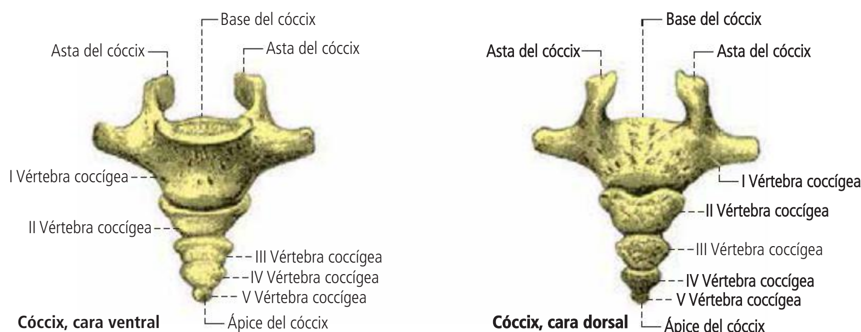


Fig. 4-20. **A.** Cóccix, cara ventral; **B.** Cóccix, cara dorsal.

Esta riqueza vascular explica por qué las vértebras son tan sensibles a las alteraciones sanguíneas. Existe cierta predilección de las infecciones por localizarse en ellas (osteomielitis, tuberculosis, metástasis neoplásicas o manifestaciones vertebrales de ciertas hemopatías).

La variación del aspecto de las vértebras (condensación o rarefacción) denota modificaciones químicas de la sangre circulante (alteraciones de la calcemia, fosfatemia, etc.).

Anatomía de superficie

Las vértebras son huesos profundos en los que los tubérculos de las apófisis (procesos) espinosas, unidas por medio de ligamentos, pueden palparse en la línea mediana posterior, entre los músculos de los canales vertebrales, situados a ambos lados de ellas.

En las **vértebras cervicales**, las apófisis (procesos) espinosas, poco salientes, son profundas y están tapizadas por los músculos de la nuca, y es difícil reconocerlas hasta la 6.ª vértebra cervical. Una fuerte saliente posterior se observa a nivel de la 7.ª (vértebra prominente).

En las **vértebras torácicas** y **lumbares**, por medio de la palpación se comprueba una depresión interespinosa.

En el **sacro** se palpa bajo la piel la cresta sacra mediana. En los sujetos delgados existe poca interposición de tejido adiposo, lo que puede producir la aparición de escaras en pacientes acostados por largo tiempo sobre el dorso.

La **exploración clínica** de la línea espinosa permite reconocer deformaciones o puntos dolorosos. Por medio de la palpación se reconoce la vértebra en la que asienta la lesión.

Los espacios interespinosos se utilizan en la clínica para la **punción lumbar**; por el **hiato sacro** se puede llegar al canal sacro (inyección y punción epidurales).

Las **partes laterales** de las vértebras son de muy difícil palpación; en el cuello pueden palparse los procesos transversos a través de los músculos laterales. Las fracturas de las costiformes lumbares originan puntos dolorosos paravertebrales posteriores, y resulta imposible palpar directamente la saliente ósea.

La **cara anterior** de las vértebras escapa al examen directo. Sin embargo, se puede llegar por tacto endooral a la cara anterior del atlas y del axis; el **tacto rectal** permite la exploración de la cara anterior del sacro; mediante tacto vaginal, en particular en la embarazada, se puede llegar hasta el promontorio.

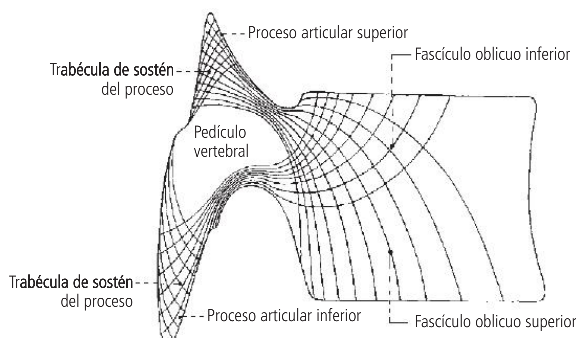


Fig. 4-21. Corte paramediano de una vértebra torácica.

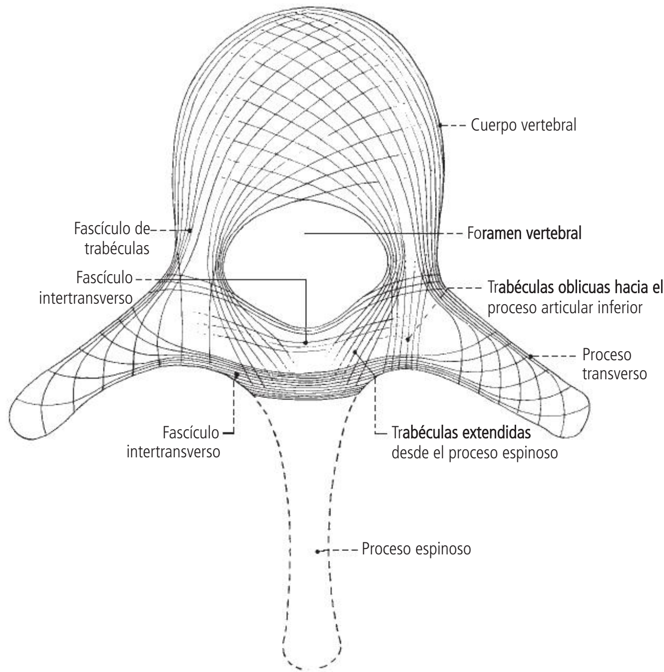


Fig. 4-22. Corte horizontal de una vértebra torácica.

Exploración radiológica

La profundidad de las vértebras, así como la gran frecuencia de las lesiones de los cuerpos vertebrales, explica la importancia de la exploración radiológica de las vértebras en el ser humano.

Se utilizan proyecciones anteroposteriores, laterales y oblicuas; con esta última es posible ver los procesos articulares y el [istmo vertebral] que los une (**figs. 4-24** y **4-25**).

Se pueden obtener aportes importantes de los diversos cortes **tomográficos**, coronales, sagitales o axiales (**figs. 4-26** y **4-27**).

La exploración radiológica puede ser realizada, además, por la **tomografía computarizada**, que lleva a cabo cortes seriados de la columna donde se reconocen con exactitud todos sus componentes. O bien, explorarla mediante el **centellograma**; luego de la inyección de sustancias radioactivas apropiadas, se recoge una imagen exacta que permite deducir sus alteraciones.

Vías de acceso

Existen tres vías de acceso:

La vía posterior da acceso a las apófisis (procesos) espinosas y a las láminas, y, después de su resección (laminectomía), se lle-

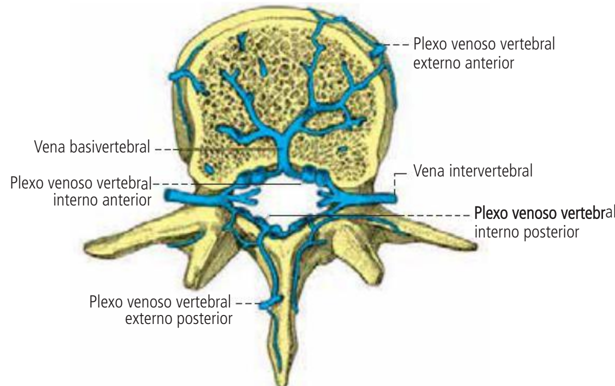


Fig. 4-23. Las venas de las vértebras (según Netter).

ga al canal vertebral. Lateralmente se puede llegar a los procesos articulares.

La vía posterolateral conduce a los cuerpos de las vértebras torácicas, sea a través de la pleura (vía transpleural) o decolando a esta (vía extrapleural).

La vía anterolateral permite llegar al cuerpo de las **vértebras cervicales** pasando por delante o por detrás del músculo esternocleidomastoideo, y al cuerpo de las **vértebras lumbares** pasando por detrás del peritoneo que se decola. El acceso a la 5.ª **vértebra lumbar** se torna particularmente difícil debido a la presencia de la bifurcación de la aorta y al origen de la vena cava inferior.

Desarrollo

Las vértebras se desarrollan a expensas de tres puntos de osificación primarios: uno para el cuerpo vertebral y uno para cada [macizo apofisario] (**figs. 4-28** a **4-30**). Aparecen diversos puntos complementarios, como los que desarrollan las caras superior e inferior de los cuerpos, son los **puntos epifisarios vertebrales.** La soldadura de los diferentes puntos de osificación se efectúa de la siguiente forma:

- Los dos puntos posteriores y laterales se reúnen para cerrar el foramen vertebral por detrás, aproximadamente a la edad de dos años. El proceso de soldadura comienza en la mitad de la región torácica, y poco a poco se extiende hacia arriba y hacia abajo.
- La soldadura del cuerpo y de los macizos posteriores se realiza entre los 8 y 10 años.
- El **sacro** (**fig. 4-30**) se desarrolla como una vértebra en cada una de las piezas sacras. Existen, pues, cinco puntos primitivos para los cuerpos vertebrales y dos neurales (láminas) para cada vértebra. Los puntos complementarios son transversos (muy desarrollados) y marginales. El cierre del foramen sacro para formar el **conducto sacro** se completa a los 2 años. Entre los 18 y los 25 años se produce la soldadura de todas las piezas sacras.

Pueden observarse alteraciones en este desarrollo: ausencia completa de un cuerpo vertebral o de un hemicuerpo (cifosis o escoliosis congénitas); falta de soldadura de la pared posterior del foramen vertebral, que se manifiesta por la ausencia de la pared posterior del conducto vertebral, frecuentemente a la altura de la lumbosacra o sacra, y espina bífida, asociada o no a trastornos del desarrollo de la médula espinal y de sus raíces.

COLUMNA VERTEBRAL EN GENERAL

La longitud de la columna vertebral varía con la talla del individuo. Es, término medio, de 73 a 75 centímetros en el sexo masculino, y de 60 a 65 centímetros en el femenino.

Esta longitud disminuye en la vejez, como consecuencia del aplastamiento de los discos intervertebrales que aumenta la concavidad anteroposterior: la **cifosis.**

Curvaturas vertebrales

Son anteroposteriores y laterales.

Curvaturas anteroposteriores

Se cuentan cuatro curvaturas (**figs. 4-31** y **4-32**).

La primera, cervical, es convexa hacia adelante; la segunda, torácica, es convexa hacia atrás; la tercera, lumbar, es convexa hacia adelante, y la cuarta, sacra, es convexa hacia atrás. Solo esta última curvatura es fija. Las otras tres se modifican con los movimientos de flexión o de extensión.

Estas curvaturas existen en el esqueleto articulado. Dependen, pues, por una parte, de la forma de los cuerpos vertebrales, pero también interviene la forma de los discos intervertebrales; es así como, en la unión lumbosacra, por ejemplo, donde la concavidad sacra continúa la lordosis lumbar (convexidad anterior), el ángulo intervertebral abierto hacia adelante está ocupado por un disco muy alto adelante y mucho más delgado hacia atrás.

Las curvaturas anteroposteriores de la columna denotan la adaptación del humano a la posición de pie. Ello se demuestra tanto por su evolución durante el crecimiento como por la anatomía comparada:

- **En el recién nacido**, la columna vertebral es regularmente convexa hacia atrás. En el 3.º o 4.º mes se esboza la curvatura cervical cuando el bebé comienza a levantar la cabeza. Cuando empieza a mantenerse de pie y a caminar, se dibuja la curvatura lumbar (2 años). Esta se afirma alrededor de los 5 años, cuando el niño salta, corre y desarrolla su caja torácica.
- **En el sexo femenino**, la curvatura lumbar es más marcada que en el masculino. Parecería que la actitud del embarazo ha proseguido en una serie incalculable de generaciones y ha terminado por crear un tipo transmitido por vía hereditaria que se manifiesta netamente con la pubertad y que adquiere todo su desarrollo en la edad adulta.
- **En los cuadrúpedos** no existen más que dos curvaturas: cervical y dorsolumbar. Esta última forma un puente cuya concavidad está dirigida hacia el suelo y cuyos extremos reposan sobre los cuatro pilares que forman los miembros anteriores y posteriores. Durante la carrera, el cuadrúpedo se sirve de un elemento de su tren delantero y de otro de su tren trasero, de manera alternativa y en diagonal. Pero en el salto, el brinco o el galope, ambos trenes se acercan entre sí y luego se separan simultáneamente. La dirección de los procesos espinosos denota el esfuerzo muscular de este género de locomoción; están inclinados hacia atrás en la parte anterior, y hacia adelante en la parte posterior de la columna vertebral.

En los antropoides, la posición de pie no es habitual sino accidental, y las curvaturas son casi nulas en las regiones cervical y lumbar.

En el humano, el desarrollo de la musculatura cervical brinda a la cabeza la posición necesaria para la exploración visual del mundo que lo rodea, mientras que la curvatura lumbar demuestra que solo los miembros inferiores participan en la locomoción. Las apófisis (procesos) espinosas lumbares son horizontales así como las apófisis (procesos) transversas. Estas salientes ofrecen a los músculos que se insertan en ellas un apoyo orientado exactamente en el sentido requerido para la posición del pie.

Si bien existen variaciones constitutivas, se debe señalar también la influencia de las profesiones, oficios o hábitos en la postura por su acción sobre la columna vertebral. Las posiciones mantenidas por largos períodos de tiempo o la repetición de un movimiento modifican sus curvaturas y alineación. Lo mismo ocurre frente a la realización de ejercicios físicos que fortalezcan la musculatura dorsal y mantengan la flexibilidad articular. En este caso se observa una talla erguida, los hombros echados

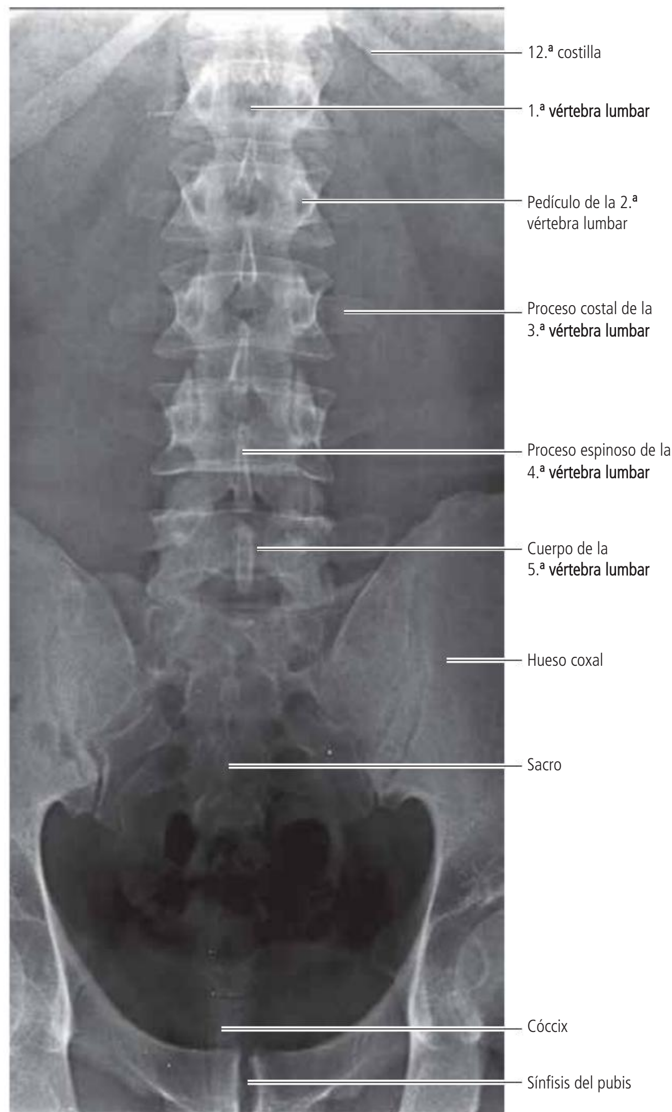


Fig. 4-24. Radiografía digital de la columna lumbosacra. Proyección anteroposterior.

hacia atrás y la pared abdominal paralela a la columna vertebral. Cuando la musculatura es débil y hay poca flexibilidad, la columna vertebral tiende a la posición de flexión, observándose el dorso abovedado, las escápulas desplazadas hacia lateral y proyectadas junto a los hombros hacia adelante, el tórax estrecho y la pared abdominal anterior prominente.

Curvaturas laterales

Son imperceptibles en el desarrollo adecuado de la columna vertebral, con la excepción de una curvatura torácica convexa hacia el lado opuesto al miembro superior más hábil, que correspondería al predominio funcional del lado contrario. Pueden hacerse evidentes en algunas alteraciones vertebrales (hemivértebras), en las destrucciones parciales de un cuerpo vertebral, o bien cuando se originan por una debilidad muscular (parálisis, falta de uso). Los acortamientos de un miembro o una pleuresía pueden, también, aumentar las curvaturas laterales determinando una **escoliosis**, que genera deformaciones espinales suprayacentes y subyacentes, al igual que deformaciones torácicas.



Fig. 4-25. **Radiografía digital de la columna lumbosacra. Proyección lateral.**



Fig. 4-26. **Tomografía** computarizada de la pelvis, corte horizontal. En el sector posteromedial se localiza la sección del sacro. Las imágenes hiperdensas que se encuentran en los sectores posterolaterales corresponden a ambos coxales.

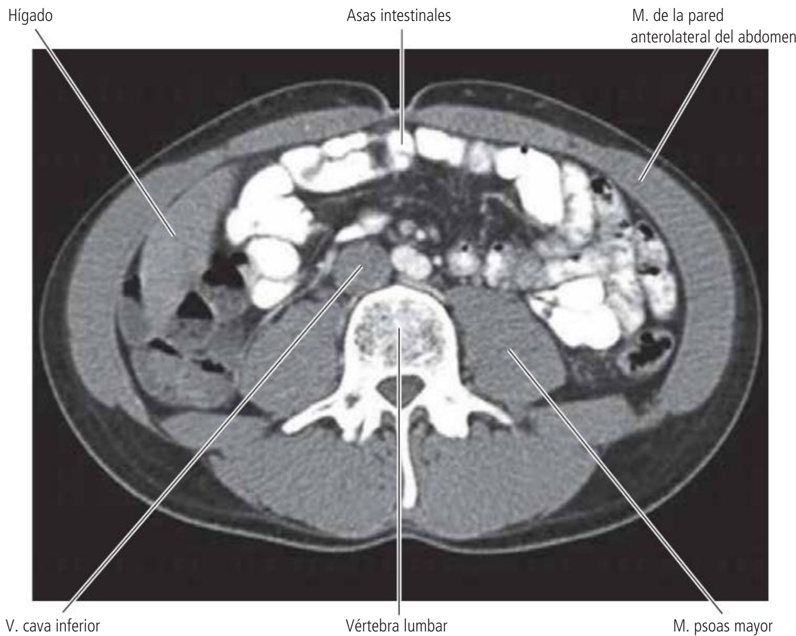


Fig. 4-27. **Tomografía** computarizada del abdomen, corte horizontal. La imagen hiperdensa que se observa en el sector posteromedial corresponde a una vértebra lumbar. A sus lados, las dos imágenes hipodensas corresponden a los músculos psoas mayores.

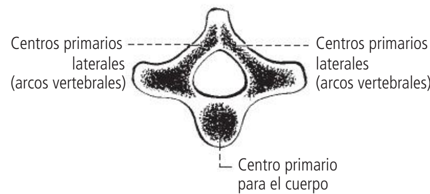


Fig. 4-28. **Vértebra fetal al comienzo de la osificación de la** pieza cartilaginosa.

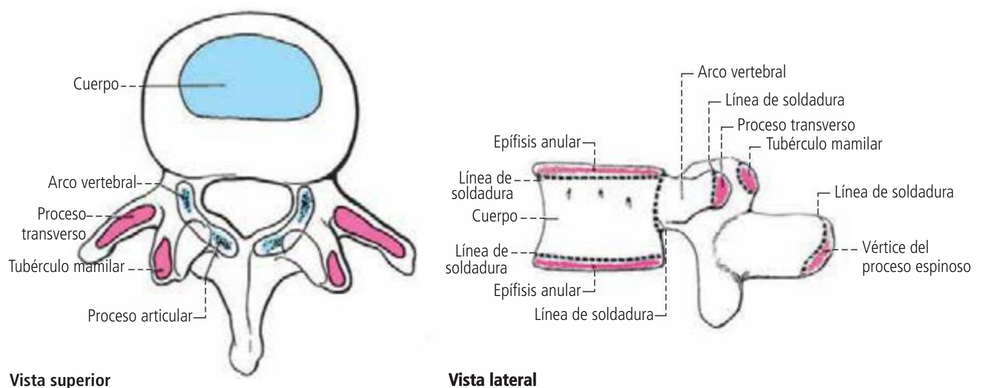


Fig. 4-29. **Osificación de una vértebra lumbar. A. Vista superior. B. Vista lateral. Centros de osificación primarios, en color** celeste. Centros de osificación secundarios, en color rosa.

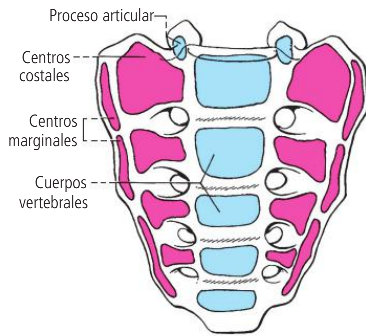


Fig. 4-30. **Osificación del sacro, vista anterior. Centros de** osificación primarios, en color celeste. Centros de osificación secundarios, en color rosa.

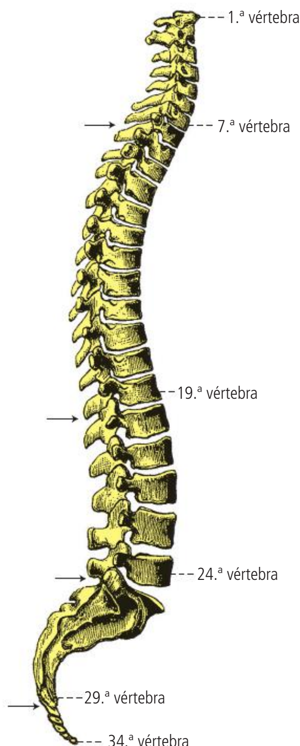


Fig. 4-31. **Columna vertebral, vista lateral derecha. Las flechas** indican los límites de las diferentes regiones de la columna.

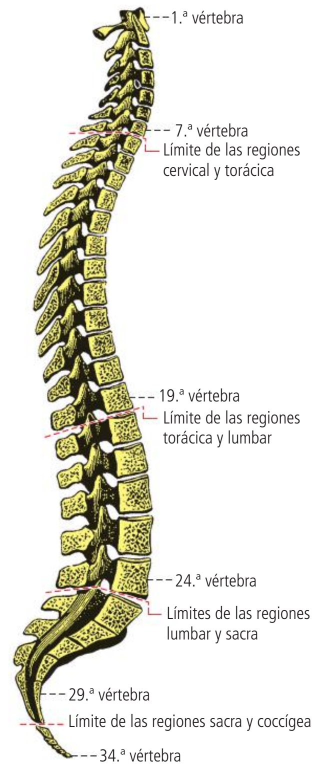


Fig. 4-32. **Corte sagital de la columna vertebral.**

Véase **Caso clínico:** *Fractura cervical*

Articulaciones de la columna vertebral

5

Se reúnen bajo este título:

- Las articulaciones comunes a la mayoría de las vértebras.
- Los caracteres propios de las diferentes partes de la columna vertebral.
- Los caracteres propios de ciertas vértebras (articulación lumbosacra y articulación sacrococcígea).

(Las articulaciones entre el atlas y el axis se desarrollarán más adelante: articulación atlantooccipital y atlantoaxoidea mediana).

ARTICULACIONES COMUNES A LA MAYORÍA DE LAS VÉRTEBRAS

Las vértebras están unidas entre sí a nivel de sus cuerpos y de sus apófisis (procesos) articulares, donde se ponen en contacto unas con otras.

Se encuentran unidas a nivel de las láminas, pero no tienen contacto.

Articulaciones de los cuerpos vertebrales

Pertenecen al grupo de las articulaciones cartilaginosas, subgrupo de las sínfisis intervertebrales.

Superficies articulares

Están formadas por las caras superior e inferior de los cuerpos vertebrales. La depresión cóncava que se observa en el hueso aislado se encuentra atenuada por una lámina de cartílago que tapiza la parte central (**fig. 5-1**).

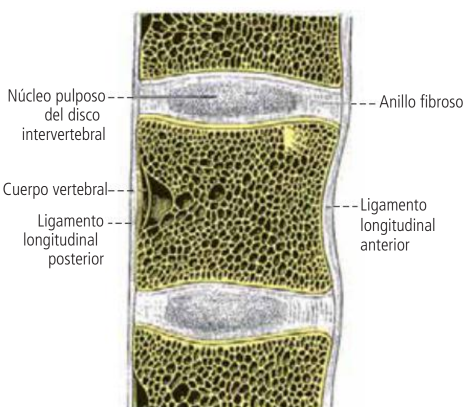


Fig. 5-1. **Corte sagital mediano de tres cuerpos vertebrales de la región lumbar.**

Medios de unión

Están representados por todos los **discos intervertebrales** y por un estuche fibroso, reforzado por adelante y por atrás mediante los **ligamentos longitudinales anterior y posterior [vertebrales comunes]**.

Discos intervertebrales

Se comportan como ligamentos interóseos. Tienen forma de lente biconvexa; sus caras superior e inferior adhieren a las caras de las vértebras que unen. Su altura es variable: mínima entre la 3.ª y la 7.ª torácica, aumenta algo hacia la columna cervical; aumenta por debajo de la 7.ª torácica, para adquirir el máximo nivel en las lumbares. El espesor es mayor en la parte anterior de las porciones cervical y lumbar, allí donde la columna describe una curva de convexidad anterior; en la columna torácica, es más elevado atrás, allí donde la columna describe una curva de concavidad anterior. Pero las curvaturas de la columna no se deben solo al espesor de los discos, sino que también participa la forma de las vértebras.

Estructura (**fig. 5-2**): los discos intervertebrales se hallan formados por dos porciones, una periférica, fibrosa, y otra central, blanda y gelatinosa:

- **Porción periférica:** dura y elástica, forma una especie de anillo adaptado a las superficies, denominado **anillo fibroso**. Los haces fibrosos que lo forman se agrupan en laminillas, cuya dirección está determinada por las tracciones a las que están sometidas. Las fibras que forman una laminilla tienen todas la misma dirección: verticales para la flexión y la extensión, transversales para el movimiento de rotación y oblicuas para los movimientos complejos de la columna vertebral. Existe una relación entre la inclinación de las fibras y su longitud: esta es

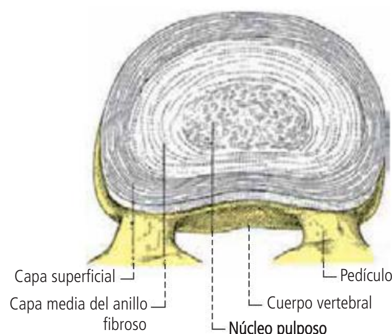


Fig. 5-2. **Disco intervertebral, vista superior.**

tanto mayor cuanto más extensos son los movimientos. La oblicuidad crece en relación proporcional con la presión que soporta el disco. Elásticas en la edad joven, sus fibras tienden a esclerosarse: esta es la pérdida de la elasticidad espinal en el adulto y en el anciano.

- **Porción central:** está formada por un centro blando y gelatinoso, el **núcleo pulposo**, y se halla algo más cerca de la circunferencia posterior. Transparente, opalino y depresible en el sujeto joven, se torna amarillento, seco y duro con la edad, lo cual disminuye la flexibilidad de la columna. Esta involución es favorecida por la escasa vascularización del centro del disco. El núcleo pulposo tiene una función importante en los movimientos de la columna: se alarga o se concentra sobre sí mismo. Puede desplazarse hacia adelante o hacia atrás en la medida en que lo permite la elasticidad de la parte fibrosa del disco. Cuando esta última se fragiliza, ya sea por traumatismo o por microtraumatismos repetidos, se puede observar un desplazamiento anormal, en general hacia atrás, del núcleo pulposo: es una hernia discal que puede sobresalir en el conducto vertebral o en el foramen intervertebral y comprimir las raíces espinales. Este accidente genera neuralgias y se produce especialmente en las regiones móviles de la columna vertebral (columna cervical: neuralgias cervicobraquiales; columna lumbar: neuralgias lumbociáticas).

Ligamentos periféricos

Forman dos largas láminas fibrosas a lo largo de toda la columna vertebral: una anterior y otra posterior.

- **Ligamento longitudinal anterior** [ligamento vertebral común anterior], extendido desde la porción basilar del occipital hasta el sacro, está aplicado a la parte anterior y media de los cuerpos vertebrales. En el **cuello**, adopta la forma de un triángulo, cuyo vértice llega a la porción basilar del occipital aplicado al ligamento occipitoatloideo anterior; fibras procedentes del tubérculo anterior del atlas refuerzan el ligamento. Hacia abajo se ensancha hacia la 6.ª cervical. Este triángulo largo y afinado ocupa el intersticio entre los músculos largos del cuello. En la **región torácica** conserva estos caracteres hasta la 2.ª o 3.ª vértebra; a partir de aquí, el ligamento desciende flanqueado a cada lado por una cinta fibrosa que reviste lateralmente a la columna. Se distinguen de este modo una parte mediana y dos laterales, que se extienden hasta las articulaciones costovertebrales. En la **región lumbar** las porciones laterales desaparecen y, así modificado, continúa por la cara anterior de los cuerpos vertebrales hasta la 2.ª vértebra sacra. El ligamento se adhiere a los cuerpos y a los discos intervertebrales en toda su extensión.

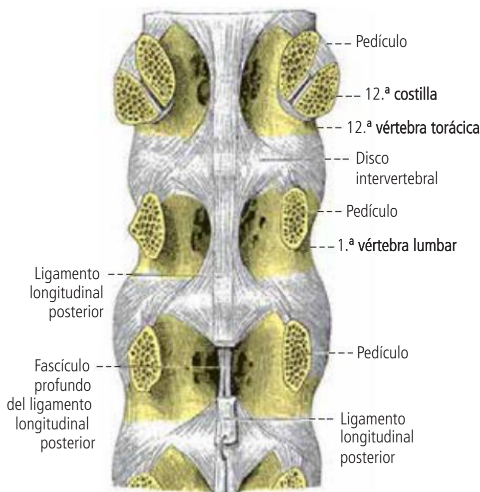


Fig. 5-3. Articulaciones de los cuerpos vertebrales vistas por detrás; ligamento longitudinal posterior. (Las vértebras han sido seccionadas a nivel de sus pedículos y se ha retirado el segmento posterior del corte).

- **Ligamento longitudinal posterior** [ligamento vertebral común posterior] (**fig. 5-3**); se aplica sobre la cara posterior de los cuerpos vertebrales y la de los discos, en la parte anterior del conducto vertebral, al que adhiere íntimamente. Por arriba, se adhiere al borde anterior del foramen magno y a la duramadre craneal; hacia abajo, se estrecha en una cinta que se fija en la base del cóccix. Sus bordes laterales forman festones, cuyas salientes se corresponden con los discos intervertebrales.

Ambos ligamentos solidarizan así los cuerpos vertebrales. Ricos en fibras elásticas, se disponen en un plano superficial y en otro profundo.

Articulaciones de los procesos articulares

Son sinoviales planas en las regiones cervical y torácica, y trocoides en la región lumbar (**fig. 5-4**).

Superficies articulares

Están conformadas según la dirección y los movimientos que deben realizar.

En la **región cervical** son casi planas y ovaladas. La superficie articular de la vértebra inferior mira hacia atrás y hacia arriba; se enfrenta a la superficie de la vértebra superior, dispuesta en sentido inverso y situada por detrás y superior a ella.

En la **región torácica**, la disposición es similar; las superficies articulares son las más verticales.

En la **región lumbar**, las superficies talladas en segmentos de cilindro, convexo para la vértebra superior y cóncavo para la vértebra inferior, configuran una trocoide. Está orientada de atrás hacia adelante y de medial a lateral; la superficie inferior está orientada medialmente, y la superior, lateralmente. El [macizo] de las apófisis (procesos) articulares inferiores se aplica por adelante y medialmente a las apófisis (procesos) articulares superiores de la vértebra subyacente.

Medios de unión

Están representados por una cápsula delgada y laxa en las cervicales, más firme y compacta en las torácicas, y más resistente aún en las lumbares. Para estas dos últimas regiones se describe un ligamento posterior que refuerza la cápsula. La **membrana sinovial**, de pequeñas dimensiones, es importante por su patología; su función exige su integridad.

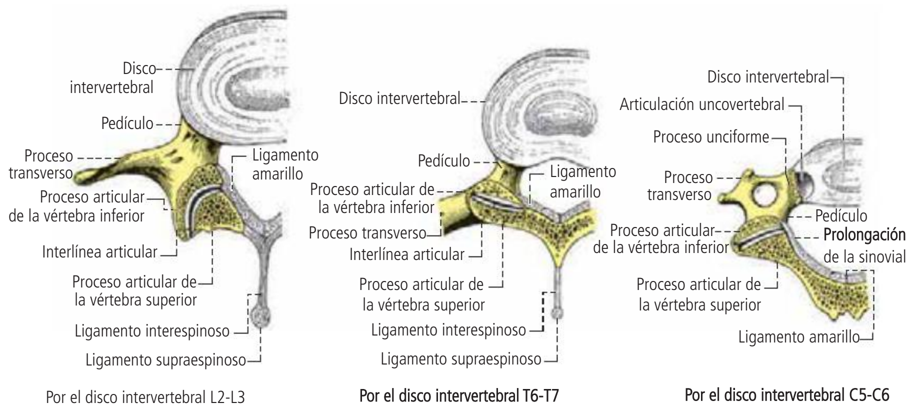


Fig. 5-4. Cortes transversales de la columna vertebral.

Estas articulaciones tienen una acción importante en los movimientos de la columna vertebral. Son vigorosamente solicitadas en los movimientos de lateralidad (inclinación lateral o rotación del tronco); la flexión distiende la parte posterior de la cápsula, mientras que la extensión la afloja. Los excesos o la agresión distrófica (reumatismo), que afectan a estas articulaciones, producen los dolores lumbares (lumbalgias) espontáneos o provocados por esfuerzos repetidos.

Unión de las láminas vertebrales

Se establecen por medio de los **ligamentos amarillos** derechos e izquierdos, para cada espacio entre láminas (**fig. 5-5**). De forma cuadrangular, poseen un **borde superior**, insertado en la cara anterior de la lámina suprayacente; un **borde inferior**, insertado en el borde superior de la lámina subyacente; un **borde lateral**, que recubre la parte medial de la cápsula articular de las apófisis (procesos) articulares, a la que se adhiere y un **borde medial**, donde sus fibras se reúnen con el ligamento amarillo del lado opuesto.

Estos ligamentos son muy **resistentes** y muy **elásticos**. Son más estrechos, altos y gruesos cuanto más inferiores se encuentran en la columna vertebral. Su **cara anterior** corresponde al conducto (canal) vertebral (espacio epidural); su **cara posterior** está oculta por la lámina suprayacente y por los músculos erectores de la columna.

Unión de los procesos espinosos

Se realiza por medio de los **ligamentos interespinosos** y el **ligamento supraespinoso**.

Ligamentos interespinosos

Ocupan el espacio entre dos apófisis (procesos) espinosas y se insertan en los bordes superior e inferior de las apófisis (procesos) subyacente y suprayacente; alcanzan a los ligamentos amarillos por adelante y se extienden hacia atrás hasta la extremidad posterior de la apófisis (proceso) (**fig. 5-6**).

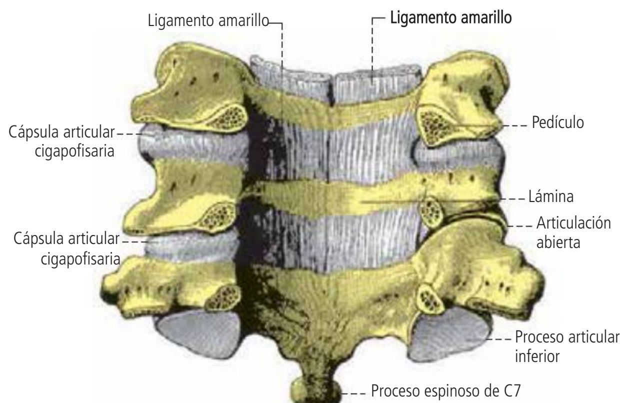


Fig. 5-5. Ligamentos amarillos de la región cervical, vistos por su cara anterior.

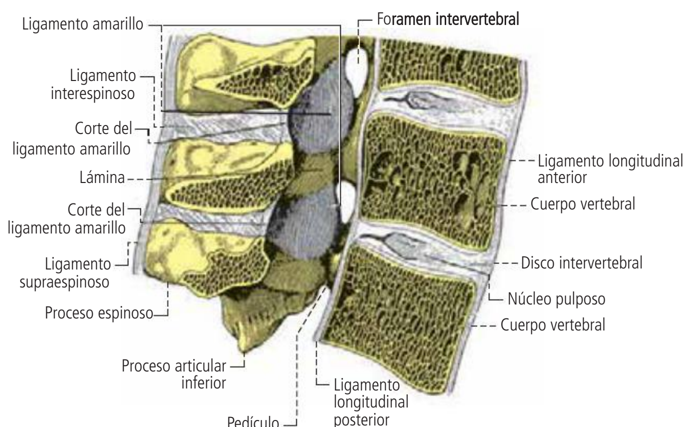


Fig. 5-6. Corte sagital de dos vértebras lumbares que pasa algo a la derecha del plano mediano, segmento izquierdo del corte.

Ligamento supraespinoso

Impar y mediano, se extiende a lo largo de la columna uniendo las apófisis (procesos) espinosas. Corresponde al engrosamiento del borde posterior del ligamento interespinoso a nivel de la columna lumbar y a nivel de la torácica. Allí, el ligamento es un cordón fibroso interpuesto entre los músculos del dorso. Sólido, proporciona inserción a los músculos trapecio y dorsal ancho. En la región cervical, adquiere entidad propia y constituye el **ligamento nucal** (**fig. 5-7**). Se extiende desde la protuberancia occipital externa hasta la apófisis (proceso) espinosa de la 7.ª vértebra cervical (vértebra prominente).

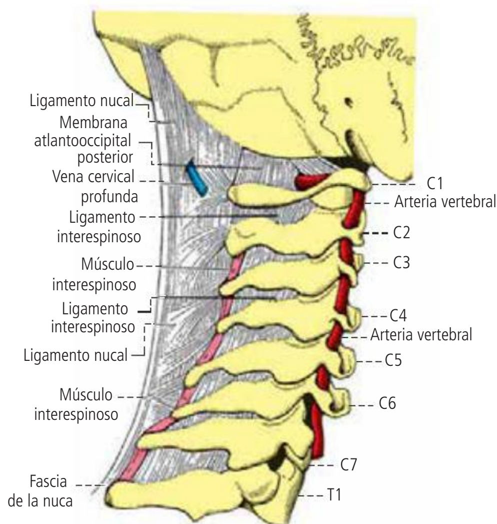


Fig. 5-7. Ligamento cervical posterior, visto por su cara derecha.

En la profundidad se inserta en las apófisis (procesos) espinosas de las vértebras cervicales. Se estructura, así, un tabique que separa los músculos de la nuca, derechos e izquierdos.

Este ligamento, elástico, tiene acción en la estática de la cabeza. Se lo encuentra muy desarrollado porque el mayor peso se encuentra adelante.

Unión de los procesos transversos

La realizan los **ligamentos intertransversos**. En la **región cervical** están sustituidos por los músculos intertransversos; esto denota una adaptación de esas formaciones a la movilidad de la columna cervical. En la **columna torácica** constituyen pequeños fascículos muy delgados y aplastados que reúnen los dos ápices de las apófisis (procesos) transversas adyacentes. A nivel de la **columna lumbar**, su desarrollo es más considerable y se insertan en las apófisis (procesos) accesorias y no en las apófisis (procesos) costales.

CARACTERES REGIONALES DE LAS ARTICULACIONES VERTEBRALES

Cada una de las regiones de la columna vertebral posee caracteres propios que le confieren posibilidades funcionales diferentes.

Articulaciones de las vértebras cervicales

No consideraremos aquí las articulaciones del atlas y del axis con el occipital; se estudiarán en **Articulación de la cabeza con la columna (cap. 18)**. Nos referiremos al resto de las articulaciones de las vértebras cervicales que presentan **articulaciones móviles**.

El **disco intervertebral** es relativamente voluminoso; representa 2/5 de la altura del cuerpo vertebral.

Los **cuerpos vertebrales** poseen una pequeña articulación suplementaria, bilateral, llamada **uncovertebral** (Luchska, Trolard), que pone en contacto las apófisis (procesos) unciformes con el cuerpo de la vértebra suprayacente; tienen sinovial propia (**fig. 5-4**).

Las **apófisis (procesos) articulares** presentan carillas articulares planas que encajan poco.

Articulaciones de las vértebras torácicas

Su unión es **sólida y poco móvil**. Brinda un punto de apoyo fijo a las costillas, que son móviles.

El **disco intervertebral** es relativamente delgado: 1/5 de la altura del cuerpo vertebral.

Los **espacios entre las láminas** son estrechos; las láminas están imbricadas como las tejas de un tejado.

Las **apófisis (procesos) articulares** son planas, de pequeñas dimensiones.

Articulaciones de las vértebras lumbares

Son fuertes y móviles.

El **disco intervertebral** es grueso: 1/3 de la altura del cuerpo vertebral.

Los **espacios entre las láminas** y los **espacios interespinosos** son verticales y anchos, y se hallan ocupados por ligamentos elásticos.

Las **apófisis (procesos) articulares** están constituidas por segmentos de cilindro sólidamente articulados, pero con superficies cartilaginosas amplias.

El ligamento amarillo refuerza, de manera eficaz, la región medial del sistema capsuloligamentoso de la articulación cigapofisaria.

ARTICULACIONES DEL SACRO Y DEL CÓCCIX

Articulación lumbosacra

La orientación particular de las superficies articulares impone características propias a esta articulación (**figs. 5-8** y **5-9**). La superficie articular de la 1.ª vértebra sacra está orientada hacia arriba y hacia adelante, e inclinada 45° con respecto a la horizontal, mientras que, en la cara inferior de la 5.ª lumbar, está inclinada hacia abajo y hacia atrás casi unos 20°. De ello resulta una angulación entre ambas piezas, poco marcada en la niñez y más acentuada en el sexo femenino que en el masculino, que oscila entre 100° y 130° según los individuos: el **ángulo sacrovertebral**.

Esto se manifiesta por una fuerte tendencia al deslizamiento de la 5.ª vértebra lumbar sobre el sacro y, en consecuencia, una adaptación de las estructuras para impedir esta situación:

- El **disco intervertebral** es muy grueso, cuneiforme, más ancho en su parte anterior que en la posterior.
- Las **articulaciones posteriores** están muy separadas unas de las otras. Su superficie es más plana que en la región lum-

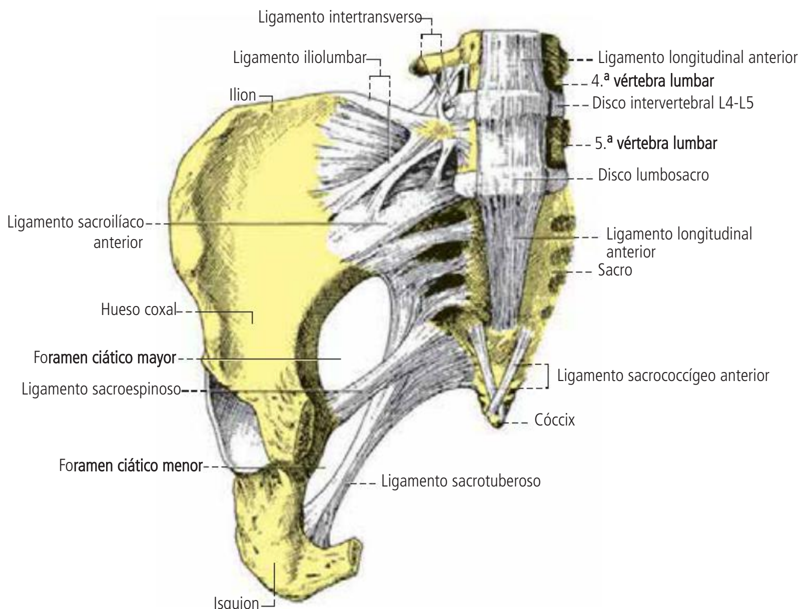


Fig. 5-8. Articulación sacroilíaca derecha, vista anterior.

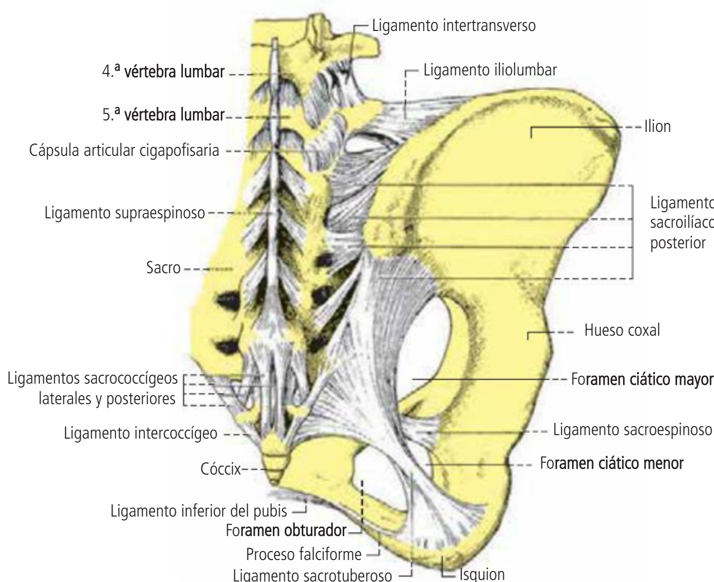


Fig. 5-9. Articulación sacroilíaca derecha, vista posterior.

bar; el ligamento posterior está más reforzado y la unión de las apófisis (procesos) lumbares con sus homólogas sacras es el principal obstáculo para el deslizamiento hacia adelante de la columna lumbar. Cuando las apófisis (procesos) articulares lumbares pierden su solidaridad con el conjunto de la vértebra (espondilólisis), la 5.ª lumbar se desliza hacia adelante (espondilolistesis).

- Los **ligamentos longitudinales anterior y posterior**, **amarillo**, **interespinoso** e **intertransverso**, están muy desarrollados. Entre la apófisis (proceso) transversa de la 5.ª vértebra lumbar y el ala del sacro se extiende una cintilla fibrosa sólida: **el ligamento sacrovertebral** [de Bichat].

La articulación lumbosacra es el asiento de los movimientos que animan la columna vertebral en relación con la pelvis. También se denomina "charnela lumbosacra", en virtud de las condiciones mecánicas de su funcionamiento estático y dinámico. Constituye un punto **débil** de la columna vertebral, como lo atestiguan los frecuentes **dolores** de los cuales es asiento (acción de los microtraumatismos, de la debilidad muscular).

Articulación sacrococcígea

Es una **articulación cartilaginosa tipo sínfisis**, en la cual la superficie sacra es convexa y la coccígea, algo cóncava (**fig. 5-10**). Entre ambas se interpone un **ligamento sacrococcígeo posterior profundo**, análogo al disco intervertebral, pero que aquí es fibroso. Se describen un **ligamento sacrococcígeo anterior** y otro **posterior superficial**, que se apoya en las astas del cóccix.

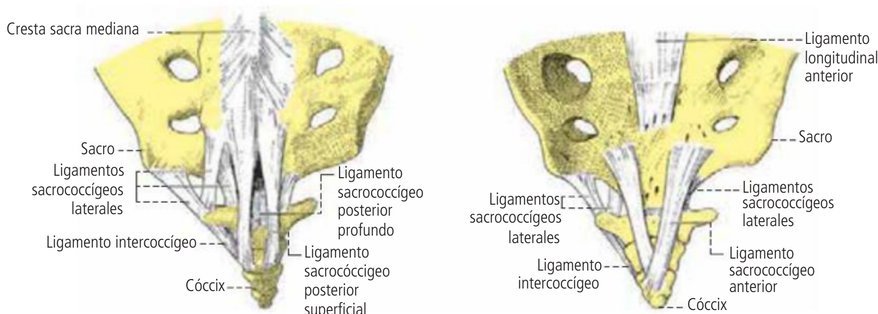


Fig. 5-10. Articulación sacrococcígea. A la izquierda, vista posterior. A la derecha, vista anterior.

Los **ligamentos sacrococcígeos laterales** comprenden un haz medial y otro lateral.

Esta articulación carece de apófisis (procesos) articulares posteriores. Normalmente es poco móvil; la articulación sacrococcígea adquiere real significado funcional en el momento del parto. Los ligamentos, complacientes, permiten que la cabeza fetal empuje el cóccix hacia atrás, ampliando el diámetro anteroposterior del orificio inferior de la pelvis.

6 Músculos propios del dorso

Se describen aquí los músculos posteriores, que aseguran la **extensión**, y los músculos laterales, que participan en la **rotación** e **inclinación** lateral de la **columna vertebral** [raquis]. Estos músculos están ubicados en contacto inmediato con las vértebras, en los **surcos vertebrales** situados entre las apófisis (procesos) espinosas y transversas) (**cuadro 6-1**). Son músculos originados en el epímero de los somitas embrionarios.

Los músculos que **flexionan la columna vertebral** están a distancia de las vértebras y son descritos más adelante, así como los músculos del cuello y la nuca, motores de la cabeza.

Los dos surcos vertebrales están ocupados por cuatro masas musculares: el **músculo iliocostal**, el **músculo longísimo torácico**, el **músculo espinoso torácico** y el **transversoespinoso**. Los tres primeros son más superficiales y el cuarto es profundo. Están aislados y bastante bien individualizados en la región torácica; se confunden en la región lumbar en una masa muscular común, denominada **músculo erector de la columna**.

Con estos músculos se puede agrupar a los **músculos intertransversos** e **interespinosos**, situados en contacto con las vértebras.

MÚSCULO ERECTOR DE LA COLUMNA [MASA LUMBAR COMÚN]

Se origina abajo, sobre los relieves óseos próximos a la región lumbosacra, inmediatamente lateral a las apófisis (procesos) espinosas lumbares y a la cresta sacra mediana, así como en la espina ilíaca posterosuperior, en el tercio posterior de la cresta ilíaca y en el ligamento sacrotuberoso [sacrociático mayor] (**fig. 6-1**).

Se pueden distinguir un plano superficial aponeurótico y un plano profundo carnoso. El conjunto es muy voluminoso, muy potente y oculta el esqueleto subyacente. La masa muscular se dirige verticalmente para dividirse a la altura de la interlínea T12-L1, don-

CUADRO 6-1. Músculos propios del dorso.

Niveles: L = lumbar, T = torácico, C = cervical, Ca = de la cabeza			
Plano superficial (divergente)	Músculos esplenios	M. esplenio de la cabeza	
		M. esplenio del cuello	
Plano intermedio (longitudinal)	Músculo erector de la columna	M. iliocostal	L – T – C
		M. longísimo	T – C – Ca
		M. espinoso	T – C - Ca
Plano profundo (convergente)	Músculos transversoespinosos	M. semiespinoso	T – C – Ca
		M. multífidos	L – T – C
		M. rotadores	T - C
Músculos cortos profundos	M. interespinosos		L – (T) – C
	M. intertransversos		
	M. elevadores de las costillas		Largos y cortos
Músculos suboccipitales	M. recto posterior mayor de la cabeza		
	M. recto posterior menor de la cabeza		
	M. oblicuo superior de la cabeza		
	M. oblicuo inferior de la cabeza		

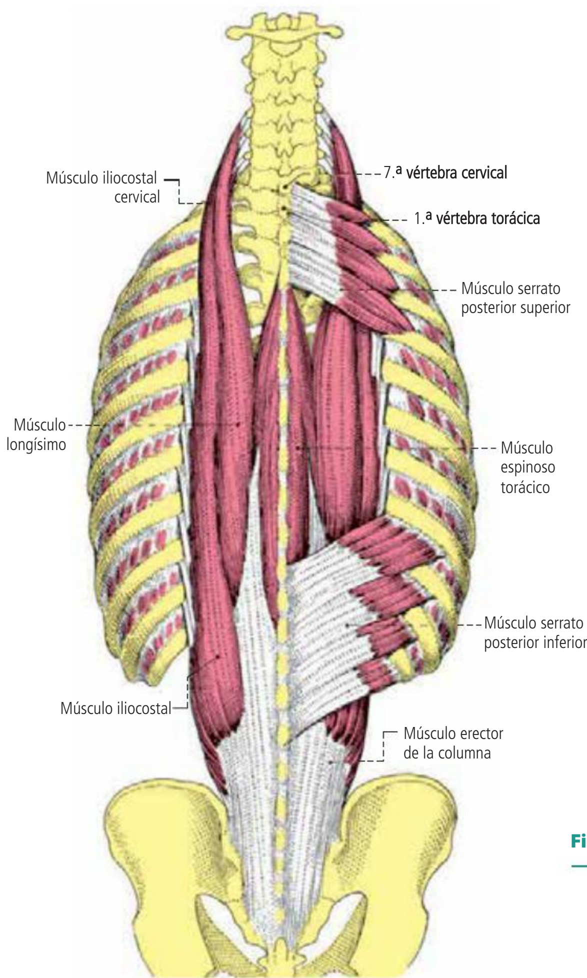


Fig. 6-1. Músculos serratos posteriores y músculos espinales.

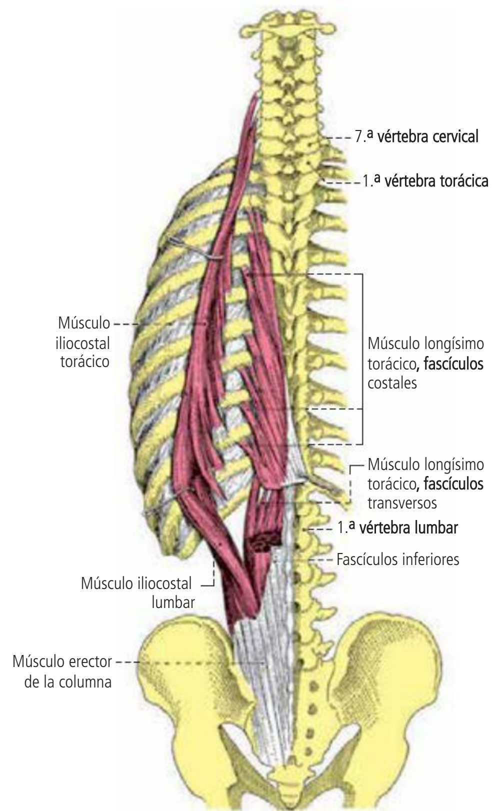


Fig. 6-2. Músculos iliocostales y longísimo torácico.

de se puede reconocer el **músculo iliocostal**, el **músculo longísimo torácico** y el **músculo espinoso torácico**.

Músculo iliocostal [sacrolumbar]

Constituye la formación muscular surgida de la parte más lateral y superficial del erector de la columna (**figs. 6-2** y **6-3**). Se dirige hacia arriba y termina en inserciones distales:

- Por medio de seis **tendones**, en el ángulo posterior de las seis últimas costillas, formando el **músculo iliocostal lumbar**.
- Por medio de seis **tendones**, en el ángulo posterior de las seis primeras costillas, formando el **músculo iliocostal torácico**.
- Por medio de cuatro **tendones cervicales**, en las caras posteriores de las apófisis (procesos) transversas de las cuatro últimas vértebras cervicales, fomando el **músculo iliocostal cervical**.

Tanto la porción torácica como la porción cervical reciben haces musculares que provienen de los ángulos de las costillas, pero ubicados medialmente a las inserciones costales precedentes.

Músculo longísimo torácico [dorsal largo]

Se origina en la parte superficial y medial del **músculo erector de la columna** (**fig. 6-4**). Está situado medialmente al músculo precedente y se inserta en las apófisis (procesos) espinosas lumbares y en la cresta sacra, para elevarse hacia la parte superior de la columna vertebral. Cruza en su trayecto 17 vértebras, las 12 costillas y envía a cada grupo costovertebral haces musculares:

- Para las apófisis (procesos) transversas de las vértebras torácicas y apófisis (procesos) accesorias de las lumbares (porción medial).

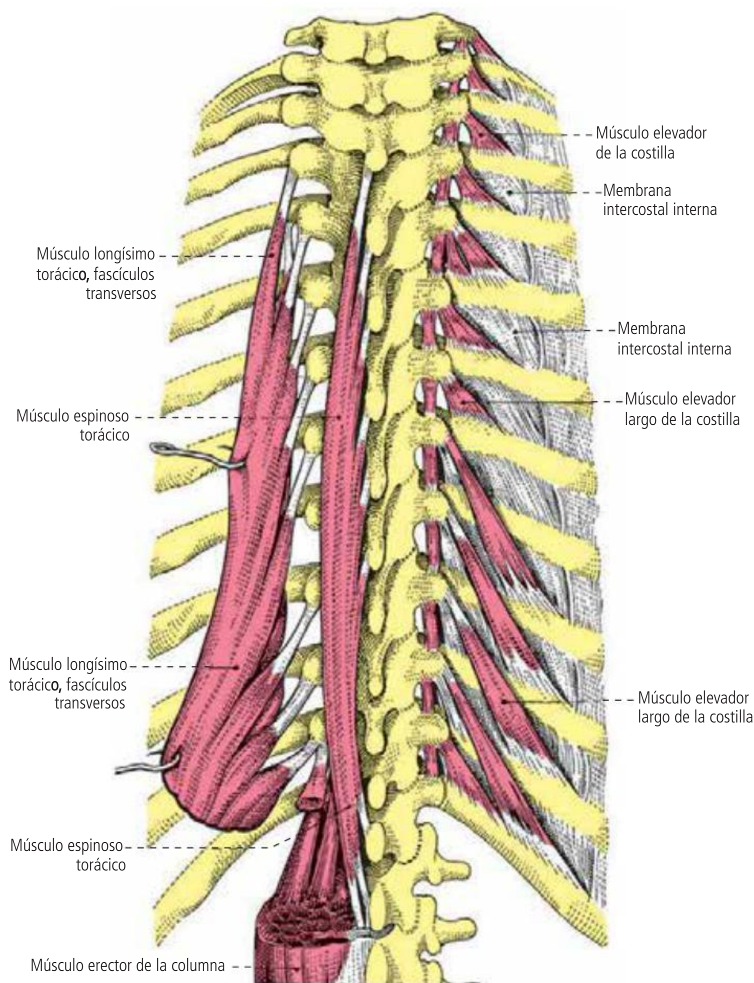


Fig. 6-3. **Fascículos mediales del músculo longísimo torácico y músculo espinoso torácico.**

- Para las apófisis (procesos) costales de las vértebras lumbares y para las costillas, medialmente al ángulo de la costilla (porción lateral).

Músculo espinoso torácico [epiespinoso]

Se origina medialmente al músculo longísimo torácico y se ubica en relación muy estrecha con él (véanse **figs. 6-3** y **6-4**). Desde sus inserciones en las apófisis (procesos) espinosas de la dos primeras vertebras lumbares y dos últimas torácicas, se dirige a las apófisis (procesos) espinosas de las seis u ocho primeras vértebras torácicas.

MÚSCULOS TRANSVERSOESPINOSOS

Los músculos transversoespinosos pueden ser clasificados en: **semiespinosos**, **multífidos y rotadores** (**figs. 6-5** y **6-6**).

Semiespinosos

Se distinguen dos músculos:

- El **semiespinoso torácico**, cuyas inserciones se originan en las apófisis (procesos) transversas de las seis últimas vértebras torácicas y terminan en las apófisis (procesos) espinosas de las dos últimas cervicales y las cuatro primeras torácicas.

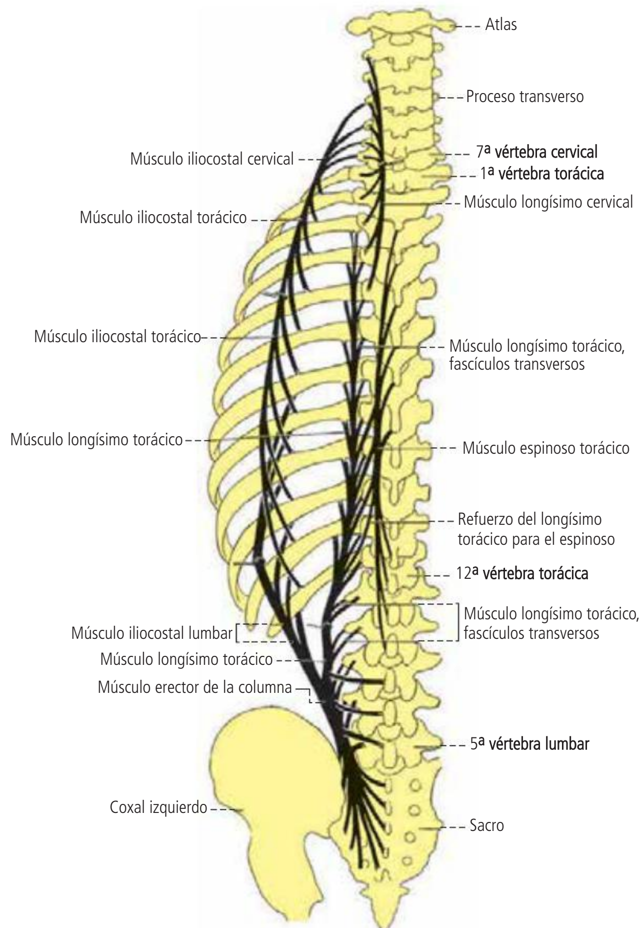


Fig. 6-4. Esquema de la constitución del músculo erector de la columna.

- El **semiespinoso del cuello**, que se extiende desde las apófisis (procesos) transversas de las primeras vértebras torácicas hasta las apófisis (procesos) espinosas de las primeras cervicales.

Multífidos y rotadores

Están constituidos por una serie de fascículos musculares, dirigidos oblicuamente hacia arriba y medialmente. Su inserción fija se efectúa sobre una apófisis (proceso) transversa y la inserción móvil sobre las láminas y las apófisis (procesos) espinosas de las cuatro o cinco vértebras suprayacentes.

Para comprender la constitución de estos músculos se debe considerar que en la **apófisis (proceso) transversa** de una vértebra determinada se originan cuatro fascículos que son, de profundo a superficial:

A. Músculo rotador corto. Va a la parte externa del borde inferior de la lámina de la primera vértebra situada por arriba.

B. Músculo rotador largo. Se inserta en la parte medial del borde inferior de la lámina de la segunda vértebra ubicada por encima de la vértebra de origen.

C. Dos fascículos espinosos, uno corto y otro largo, que en su conjunto forman los músculos multífidos. Estos toman inserciones en la base de la **apófisis (proceso) espinosa** de la tercera vértebra suprayacente y en el vértice de la **apófisis (proceso) espinosa** de la cuarta vértebra suprayacente.

Estos tres músculos, los multífidos y los dos rotadores, son muy poderosos por el número y la brevedad de sus fascículos constitutivos que se hallan imbricados de una forma compleja.

MÚSCULOS INTERESPINOSOS

Están constituidos por pequeños fascículos musculares, delgados y acintados, tendidos desde el borde superior de una apó-

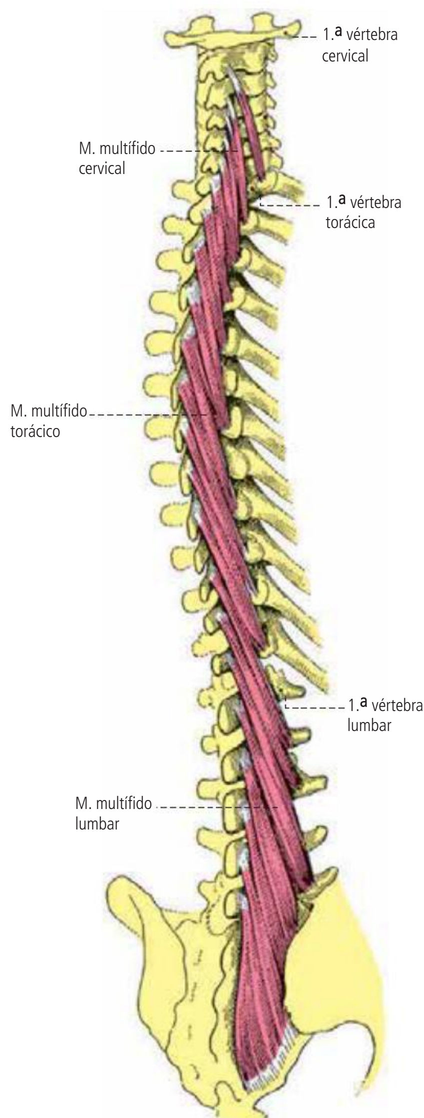


Fig. 6-5. Músculos multífidos.

fisis (proceso) espinosa al borde inferior de la apófisis (proceso) espinosa suprayacente.

En número de dos para cada espacio, uno a la derecha y otro a la izquierda, se los observa desarrollados en las regiones cervical y lumbar, en la región torácica están atrofiados o pueden faltar (porción de columna vertebral de menor movilidad).

MÚSCULOS INTERTRANSVERSOS

Pequeños, aplanados y cuadriláteros, se extienden entre las apófisis (procesos) transversas de un espacio intertransverso (véase **fig. 6-4**).

Se encuentran en número de dos por cada espacio a nivel de las columnas cervical y lumbar; en la columna torácica se observa una sola lengüeta muscular, poco desarrollada.

INERVACIÓN

Los músculos precedentes reciben filetes nerviosos originados en los ramos posteriores de los diferentes nervios espinales.

El conjunto muscular ocupa los surcos vertebrales, formando, a ambos lados del plano mediano y contra él, dos potentes relieves musculares que transforman la línea mediana de las apófisis (procesos) espinosas en una depresión, tanto más profunda cuanto más desarrollados sean dichos relieves.

La fuerza de estos músculos asegura la funcionalidad y la estática de la columna vertebral; sin la integridad funcional de este grupo muscular, la columna se deforma como ocurre en la **escoliosis paralítica**.

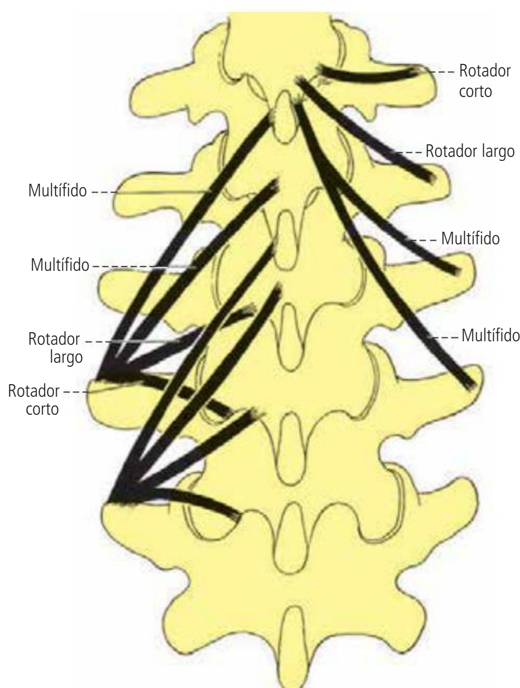


Fig. 6-6. Músculos multífidos y rotadores (según Trolard, a la izquierda y según Winckler, a la derecha).

Músculos de la espalda

7

En la región posterior del tronco hay músculos voluminosos y anchos: **trapecio**, **dorsal ancho** (*latissimus dorsi*), **romboides mayor** y **romboides menor**, **elevador de la escápula** [angular del omóplato]. Estos serán descritos con la cintura pectoral y el miembro superior, a los que aseguran su movilidad.

Aquí trataremos los músculos **serrato posterior superior** [menor], **serrato posterior inferior** [menor] y **cuadrado lumbar**.

MÚSCULO SERRATO POSTERIOR SUPERIOR

Se trata de un músculo plano que se inserta en las apófisis (procesos) espinosas de la 7.ª vértebra cervical y de las tres primeras torácicas (véase **fig. 6-1**).

Desde allí, sus fascículos se ordenan en una lámina delgada, oblicua hacia abajo y lateral, que termina en la cara posterolateral de la 2.ª, 3.ª, 4.ª y 5.ª costilla por medio de fascículos independientes.

Este músculo es superficial en relación con los músculos de los canales vertebrales, y profundo en relación con los romboides y el trapecio.

Está **inervado** por los ramos posteriores de los nervios intercostales vecinos.

MÚSCULO SERRATO POSTERIOR INFERIOR

Músculo plano, como el precedente, se origina en las apófisis (procesos) espinosas de las dos últimas vértebras torácicas y en las de las tres primeras lumbares (véase **fig. 6-1**).

Desde allí se dirige, hacia arriba y lateral, a la cara posterolateral de las cuatro últimas costillas y sus espacios intercostales.

Como el precedente, es superficial en relación con el músculo erector de la columna, pero está profundamente oculto bajo el músculo dorsal ancho.

Está **inervado** por ramos posteriores de los nervios intercostales.

Los dos **músculos serratos posteriores** se encuentran unidos por la **fascia toracolumbar** [aponeurosis interserrática], que se inserta medialmente en la columna vertebral y lateralmente en las costillas, desde la 2.ª hasta la 12.ª.

Por su acción sobre las costillas se los considera **músculos respiratorios**: el superior es inspirador; el inferior, espirador.

MÚSCULO CUADRADO LUMBAR

Es un músculo bien desarrollado que se extiende entre la 12.ª costilla, las apófisis (procesos) costales lumbares y la cresta ilíaca (**fig. 7-1**). De su compleja constitución, se pueden describir:

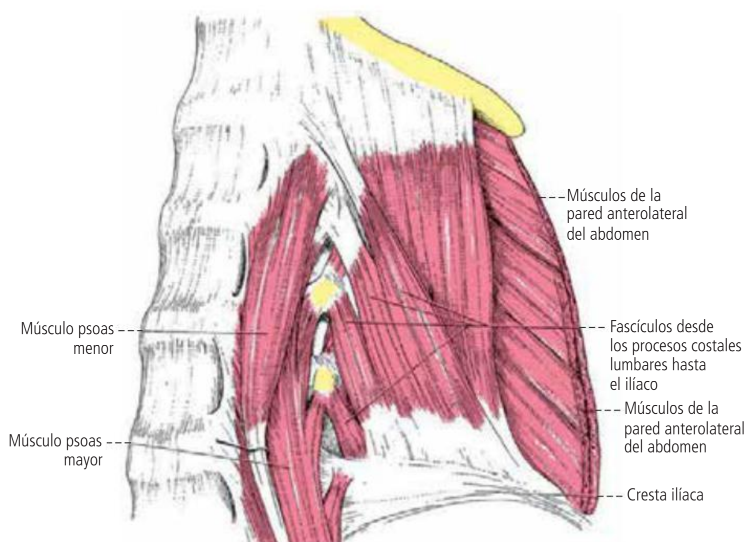


Fig. 7-1. Músculo cuadrado lumbar, lado izquierdo.

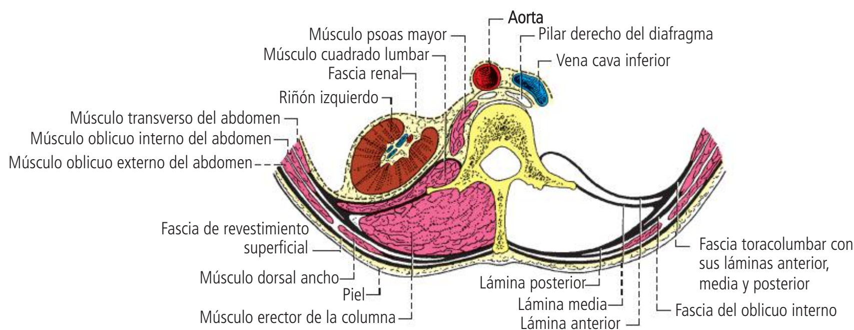


Fig. 7-2. Fascias posteriores de la pared abdominal. Corte horizontal que pasa por la segunda vértebra lumbar.

- **Fascículos costoilíacos:** se extienden desde el borde inferior de la 12.ª costilla hasta el tercio posterior de la cresta ilíaca.
- **Fascículos costotransversos:** se extienden desde el borde inferior de la 12.ª costilla hasta el extremo lateral de las apófisis (procesos) costales de las cuatro últimas vértebras lumbares.
- **Fascículo transversoilíaco:** se dirige desde la extremidad de la apófisis (proceso) costal de la 5.ª vértebra lumbar hasta la parte posterolateral de la cresta ilíaca.

Relaciones: el músculo está contenido en una vaina de fascias cuya hoja anterior (lámina anterior de la fascia toracolumbar) es más delgada que la posterior (formada por la lámina media de la fascia toracolumbar). Esta última, más gruesa, se confunde con la aponeurosis posterior de inserción del **músculo transverso del abdomen**. Medialmente, ambas hojas se insertan en las apófisis (procesos) costales; lateralmente, se continúan con la aponeurosis de inserción del transverso (**fig. 7-2**).

El músculo está cruzado, en la parte superior de su **cara anterior**, por el ligamento arqueado lateral del diafragma. A través de la hoja anterior de su vaina, el músculo cuadrado lumbar se relaciona con el espacio pararrenal y la celda renal, de la cual está separado por la hoja posterior de la fascia renal [fascia de Zuckerkandl]. Su **cara posterior** está cubierta: medialmente, por el músculo erector de la columna y, lateralmente, por el dorsal ancho.

Inervación: procede del ramo ventral del 12.º nervio torácico (nervio subcostal) y de ramos posteriores de las raíces del plexo lumbar.

Su contracción inclina la columna vertebral [raquis] hacia su lado cuando toma como punto fijo el hueso ilíaco. Eleva lateralmente la pelvis si se fija sobre la columna lumbar y la 12.ª costilla.

Véase **Texto complementario:** *Regiones topográficas del dorso*

Anatomía funcional de la columna vertebral y del tronco 8

ESTÁTICA VERTEBRAL

El equilibrio de las vértebras, unas en relación con las otras, y el mantenimiento de este equilibrio durante los movimientos o los esfuerzos dependen, en una pequeña parte, de la forma o del encaje a nivel de las apófisis (procesos) articulares. Intervienen además otros dos elementos:

A. La solidaridad intervertebral dada por las articulaciones.
B. La musculatura vertebral.

Acción de la musculatura

Los músculos, en relación con la columna vertebral, actúan como los "obenques de un mástil": obenques vivientes, contráctiles y con tono vigilante. La electromiografía (Basmajian) muestra que la actividad muscular es débil en la posición de pie; el ser humano no se mantiene por largo tiempo en una misma posición; se desplaza lateralmente de forma imperceptible, exigiendo un pequeño gasto en la posición de pie. El aumento de peso de la masa abdominal y la adiposidad de la pared anterior del tronco aumentan ese gasto.

Los mismos estudios muestran que es necesaria una actividad muscular importante para el mantenimiento de la rectitud del tronco en la posición sedente; las personas poco musculosas tienden a inclinarse hacia adelante en esta posición. Ello provoca un cansancio de las articulaciones posteriores que se manifiesta por lumbalgias (p. ej., choferes de vehículos pesados).

A semejanza de lo que ocurre en el aparato locomotor, una musculatura ejercitada es la mejor garantía contra los desplazamientos vertebrales generadores de dolores lumbares.

MOVIMIENTOS DE LA COLUMNA VERTEBRAL

La columna vertebral [raquis] puede realizar cinco movimientos:

A. Flexión
B. Extensión
C. Inclinación lateral
D. Rotación
E. Circunducción.

Estos representan la suma de los movimientos elementales de pequeña amplitud entre dos vértebras, pero cuya sumatoria se traduce por un movimiento más amplio (**fig. 8-1**).

Flexión y extensión

Mecanismo articular

Durante la **flexión** (**fig. 8-1A**) se asiste a los siguientes desplazamientos entre dos vértebras vecinas:

- Separación de las apófisis (procesos) espinosas.
- Aplastamiento del disco intervertebral en su parte anterior.
- Deslizamiento de las apófisis (procesos) articulares entre sí.

El **centro del movimiento** se ubica en las apófisis (procesos) articulares inferiores.

En la **extensión** (**fig. 8-1B**), los desplazamientos se suceden en sentido inverso.

La **limitación** de estos movimientos se produce en la **fexión**, por la tensión de los ligamentos posteriores, y en la **extensión**, por el contacto de las apófisis (procesos) articulares de las vértebras adyacentes; por ello, el movimiento de extensión es más limitado.

Acciones musculares

La **flexión** está asegurada por músculos; los abdominales (**rectos**, **oblicuos** y **transversos**) tienen una acción preponderante.

La **extensión** se realiza con la participación de los **músculos erectores de la columna**, en su totalidad.

Cuando se busca examinar la movilidad de la columna vertebral, se requiere fijar la pelvis; en efecto, la flexión del tronco hacia adelante se produce también en las **articulaciones coxofemorales**; la pelvis, firmemente conectada a la columna vertebral, bascula sobre los muslos.

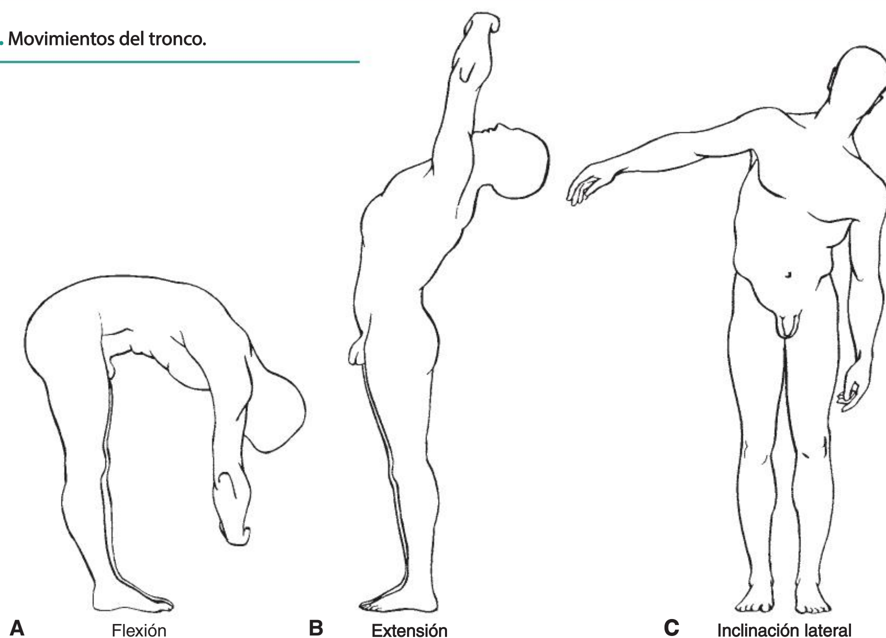
Estos movimientos tienen **variaciones regionales**; los segmentos más móviles son el **cervical** y el **lumbar**, según las cifras promedio siguientes:

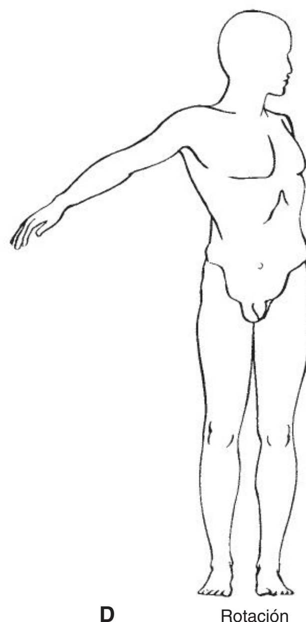
- **Segmento cervical**, entre C1 y T1 = 70° - 63°.
- **Segmento torácico**, entre T1 y T11 = 55° - 54°.
- **Segmento lumbar**, entre T12 y S1 = 61° - 46°.

Los movimientos de flexo-extensión de la columna cervical **modifican la posición de la cabeza en relación con el tronco**; los de flexo-extensión que se realizan en la región toracolumbar y lumbosacra modifican la posición **del tronco en relación con la pelvis**.

En la práctica, el máximo de fuerza se requiere para levantar un peso enderezando el tronco, lo que significa enderezar la columna (extensión) con una fuerte contracción. Estos movimientos solicitan al máximo la musculatura posterior, traumatizando las articulaciones, el contenido del conducto (canal) vertebral (raíces espinales) y los músculos, lo que se manifiesta por lumbalgias de esfuerzo.

Fig. 8-1. Movimientos del tronco.





Inclinación lateral

Mecanismo articular

Se realiza alrededor de un eje anteroposterior que pasa por el conducto vertebral. Este eje es horizontal a nivel de la columna lumbar y se inclina unos 45° en la columna cervical (**fig. 8-1C**).

En este movimiento, el disco se aplasta en su parte lateral y se separa del lado opuesto, y se produce un desplazamiento de las superficies articulares posteriores. Es un movimiento limitado, del lado hacia donde se inclina la columna, por el contacto entre la apófisis (proceso) articular inferior con la raíz de la apófisis (proceso) transversa de la vértebra subyacente.

La amplitud es máxima en las regiones cervical y lumbar, pero limitada en la región torácica; en ella, la rotación asociada con la inclinación lateral es prácticamente imposible.

Acciones musculares

Además de la acción de los músculos intertransversos y del músculo espinoso torácico, la contracción unilateral del músculo erector de la columna provoca la inclinación lateral de esta.

Rotación

Se produce como consecuencia de la torsión de las vértebras alrededor de un eje vertical (**fig. 8-1D**).

Mecanismo articular

Si se consideran dos vértebras adyacentes, el desplazamiento que se produce es muy pequeño. Está limitado por la forma de las apófisis (procesos) articulares y de sus superficies, en especial a nivel de la columna lumbar. En este movimiento, el disco intervertebral es vigorosamente solicitado, pero la poca elasticidad de sus fibras permiten un estiramiento limitado.

Acciones musculares

La contracción unilateral del transversoespinoso lleva la cara anterior del tronco hacia el lado opuesto. Los músculos longísimo torácico e iliocostal orientan la cara anterior del tronco hacia el lado que se contraen.

El movimiento de rotación acompaña, casi siempre, la inclinación lateral en las regiones cervical y lumbar.

Circunducción

Resulta de la combinación de los movimientos descritos.

VARIACIONES Y EVOLUCIÓN DE LA MOVILIDAD DE LA COLUMNA

La movilidad de la columna varía entre los diferentes individuos.

La edad es el factor primordial que interviene modificando los discos intervertebrales, los ligamentos, etc. El niño posee una columna extremadamente móvil y flexible; ello disminuye gradualmente con la edad. Existe cierta adaptación de la columna a la forma requerida. Pero, con los años y sus limitaciones, los ligamentos se fibrosan, los discos se vuelven rígidos y, si no se ha ejercitado la columna, aparecen osificaciones periarticulares. En algunas colagenopatías, como la enfermedad de Marfan, las alteraciones del colágeno otorgan mayor flexibilidad a la columna vertebral y demás articulaciones del cuerpo.

La **columna vertebral** resulta exigida en la extensión: existen cálculos que establecen que, para levantar 100 kg de peso del suelo, se transmite una fuerza de 1000 kg a la unión lumbosacra. Este esfuerzo puede realizarse gracias a la contracción simultánea, demostrada por la electromiografía, de los músculos abdominales y torácicos que representan apoyos suplementarios, distantes de la columna vertebral.

ACCIÓN DEL NÚCLEO PULPOSO

En los movimientos precedentemente descritos, el núcleo pulposo desempeña una acción preponderante. De acuerdo con Rouvière, se debe aceptar que la presión que soporta este núcleo en una dirección se distribuye en todos los sentidos. En él confluyen los movimientos, desplazándose hacia el centro del disco. Este movimiento está limitado por el anillo fibroso, periférico del núcleo. Cuando, por diversas razones, este anillo se debilita o se rompe (traumatismos), el núcleo puede proyectarse hacia atrás o posterolateralmente, hacia el conducto vertebral, y puede comprimir las raíces espinales (lumborradiculalgias de origen discal).

La degeneración del núcleo pulposo contribuye a limitar los movimientos de los cuerpos vertebrales.

Esqueleto del cráneo y de la cara



La **cabeza,** articulada hacia abajo con la primera vértebra cervical, está constituida por dos partes: el **neurocráneo [cráneo]**, caja ósea que contiene y protege al encéfalo, y el **viscerocráneo** o **esqueleto facial [cara]**, que aloja la mayor parte de los órganos de los sentidos y brinda apoyo a los órganos de la masticación. Estas dos porciones están compuestas por veintidós huesos, donde solo uno de ellos, la **mandíbula**, hueso del viscerocráneo, es móvil. Algunos de estos huesos presentan cavidades: los senos neumáticos y las cavidades de los órganos vestibulococleares.

Se estudiarán sucesivamente:

- Los huesos del neurocráneo.
- Los huesos del viscerocráneo.
- El esqueleto de la cabeza en general.
- Las articulaciones de los huesos de la cabeza.
- El neurocráneo y el esqueleto facial desde el punto de vista antropológico.
- El desarrollo de la cabeza ósea.
- La arquitectura de la cabeza ósea.
- La anatomía radiológica del esqueleto craneofacial.

Véase **Guía topográfica:** *Cabeza y SNC*

Huesos del neurocráneo 9

El neurocráneo está formado por ocho huesos, de los cuales cuatro son impares: el frontal, el etmoides, el esfenoides y el occipital, y cuatro son pares: los parietales y los temporales. Se describirán en el orden en que se presentan: de adelante hacia atrás para la calvaria [bóveda craneal] e inversamente, de atrás hacia adelante para la base del cráneo.

Estos huesos se denominan **huesos planos**. Están cubiertos por fuera por un periostio delgado y tapizados por dentro por la duramadre (membrana meníngea). Están formados por dos láminas de tejido óseo compacto denominadas tablas externa e interna, entre las que se encuentra una capa de tejido esponjoso, de espesor variable, llamada diploe.

HUESO FRONTAL

Es un hueso único, mediano y simétrico que ocupa la parte más anterior del cráneo. Está situado por delante de los parietales, del etmoides y del esfenoides. Cierra la parte anterior de la cavidad craneal. Se articula por abajo con el etmoides, los huesos nasales, los huesos cigomáticos, los lagrimales y los maxilares.

Contribuye a unir el esqueleto del neurocráneo con el viscerocráneo; participa en la formación de las cavidades nasales y orbitarias.

Posición

Colocar hacia adelante la cara convexa del hueso y hacia abajo la porción aplanada que presenta una ancha escotadura cuadrilátera, denominada escotadura (incisura) etmoidal.

Descripción

Se describen tres vistas y tres bordes:

A. Vista anterior (fig. 9-1). Es la **cara externa** [exocraneal] de la **escama** [porción vertical] del hueso. Convexa hacia adelante, corresponde a la frente, excepto una pequeña porción lateral que se orienta en sentido lateromedial, la **cara temporal**, y forma parte de la fosa temporal. En individuos jóvenes se observa en la línea mediana la **sutura frontal** o **metópica**, que desaparece en el adulto. Hacia abajo, por encima de la implantación de la nariz, se observa una eminencia roma, la **glabela** [eminencia frontal media], a cuyos lados emergen dos superficies arqueadas y romas: los **arcos superciliares** [crestas supraorbitarias]. A ambos lados de la línea mediana, por encima de los arcos previamente descritos, se encuentran las **eminencias frontales**. En la parte inferior de esta cara del frontal, a los lados de la porción nasal, se hallan los **bordes supraorbitarios**. Estos se extienden medialmente desde un borde redondeado y vertical, el **borde nasal**, que se articula con el hueso lagrimal y el maxilar, hasta una apófisis prismática triangular oblicua abajo y lateralmente, la apófisis (proceso) cigomática, articulada con el hueso cigomático. En esta última se origina la **línea temporal**, dirigida hacia arriba y atrás que en el cráneo articulado se continúa con la línea temporal superior del hueso parietal. Delimita en el frontal una superficie triangular donde se insertan fibras del **músculo temporal**.

B. Vista inferior (fig. 9-2). Exocraneal, también denominada porción orbitonasal; en ella se distinguen dos partes:

- **Porción nasal:** presenta la escotadura (incisura) etmoidal, en forma de U abierta hacia atrás, que recibe a la cara superior del hueso etmoides. Más ancha adelante que atrás, ofrece una superficie en forma de hemiceldillas (la mitad de una cavidad esférica) que, junto con las hemiceldillas del etmoides, cierran los laberintos etmoidales. Entre estas hemiceldillas existen dos surcos oblicuos hacia adelante: los **surcos etmoidales** que, también junto a los del etmoides, forman los **conductos etmoidales anterior** y **posterior**. La rama transversa de la "U" corresponde al **borde nasal**, superficie dentada que presenta una saliente sobre el plano mediano: la **espina nasal** del frontal. Esta se articula por delante con los huesos nasales, y por atrás con la lámina perpendicular del etmoides. Las partes laterales del borde nasal se articulan con la **apófisis (proceso) frontal del maxilar**. Se observan, además, dos pequeños surcos que completan la pared superior de las cavidades nasales, y a los lados dos orificios de mayor calibre: los **orificios de los senos frontales**.
- **Porción orbitaria:** son lisas, triangulares con base anterior, amplias y cóncavas. Están dispuestas a uno y otro lado de la porción nasal y constituyen la pared superior de las **cavidades orbitarias**. Aquí se observa, anterior y lateralmente,

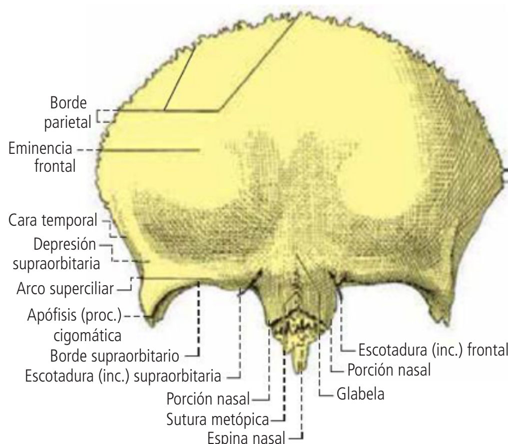


Fig. 9-1. Hueso frontal, vista anterior. Cara externa.

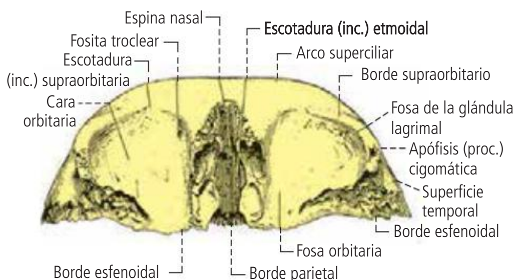


Fig. 9-2. Hueso frontal, vista inferior.

una pequeña depresión: la **fosa de la glándula lagrimal**, que aloja a la glándula lagrimal; y anterior y medialmente, una excavación: la **fosita troclear**, donde se inserta la polea de reflexión del músculo oblicuo superior del globo ocular.

C. Vista posterior (**fig. 9-3**). Es **endocraneal** y presenta una **escama** [porción vertical] y una **porción orbitaria** [horizontal]. Esta escama es cóncava hacia atrás, mientras que la **porción orbitaria** es convexa hacia arriba. En la línea mediana, y de arriba hacia abajo, se distinguen:

- El **surco del seno sagital superior**.
- Seguido hacia abajo por la **cresta frontal**, en la que se inserta la **hoz del cerebro**.
- Por debajo de la cresta, el **foramen ciego**.
- Por detrás, la **escotadura (incisura) etmoidal**.
- Por el foramen ciego pasa una prolongación de la hoz del cerebro y a veces una pequeña vena emisaria que comunica las venas nasales con el seno sagital superior.

En la escama, a ambos lados de la línea mediana, se distinguen dos amplias depresiones, las fosas frontales que corresponden a los **polos frontales** de los hemisferios cerebrales. En la porción orbitaria se encuentran las eminencias orbitarias, convexas hacia arriba. Las fosas y eminencias presentan impresiones digitales y eminencias mamilares relacionadas con los giros de los lóbulos frontales del cerebro.

A. Borde orbitonasal: a ambos lados de la espina nasal, los bordes supraorbitarios describen una curva cóncava hacia abajo. En el tercio medial del borde supraorbitario, se encuentra la **escotadura (incisura) supraorbitaria**. Mientras que en su extremo medial se observa el **borde nasal** [apófisis orbitaria interna] que se articula con los huesos lagrimal y maxilar, en su extremo lateral se distingue la **apófisis (proceso) cigomática** [apófisis orbitaria externa], más gruesa, que se articula con la apófisis (proceso) frontal del hueso cigomático. Este conjunto protege al globo ocular.

B. Borde parietal: semicircular y dentado, se articula con el borde frontal de los huesos parietales.

C. Borde esfenoidal: delgado, se articula a cada lado con las alas menores del esfenoides. Presenta en su parte media la escotadura etmoidal.

En la porción lateral del hueso, donde se reúnen los tres bordes, se encuentra una superficie triangular, rugosa, que se articula con una superficie similar del hueso esfenoides.

Configuración interna, senos frontales

El frontal es relativamente grueso y resistente en la escama y en las apófisis (procesos) cigomáticas; en cambio, es delgado y frágil en la porción orbitaria. Está formado por dos láminas de tejido compacto que casi contactan entre sí. A los lados de la porción nasal y hacia arriba se encuentran dos cavidades más o menos desarrolladas: los **senos frontales**, que se abren en las cavidades nasales (véase **Sistema respiratorio, cap. 91**).

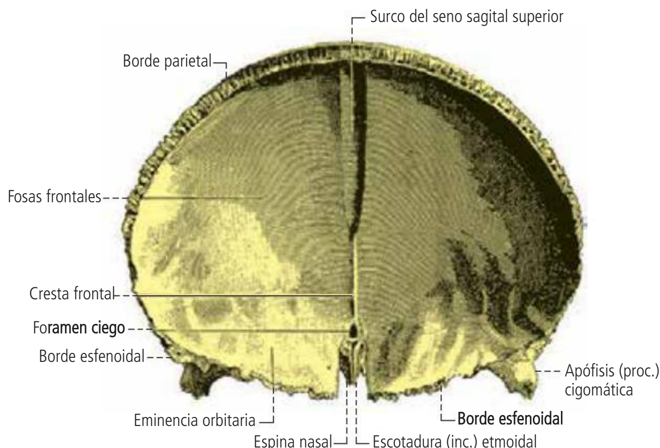


Fig. 9-3. Hueso frontal, vista posterior. Cara interna.

Anatomía de superficie

Por medio de la palpación se accede directamente a la cara externa del frontal, sus apófisis (procesos) cigomáticas y porciones nasales, los bordes supraorbitarios, los arcos superciliares y la línea temporal.

Desarrollo

Entre los 40 y 50 días de la vida intrauterina aparecen dos puntos de osificación primitivos en las arcadas orbitarias que irradian hacia las porciones horizontal y vertical del hueso. En el nacimiento, el hueso se presenta dividido en dos porciones por la sutura metópica, que aproximadamente a la edad de 10 años desaparece por completo. Se describen además tres puntos de osificación secundarios para cada lado.

El desarrollo de los senos frontales se produce siempre después del nacimiento y se relacionan con la función respiratoria.

HUESO PARIETAL

Hueso par, situado por detrás del frontal, por encima del temporal y por delante del occipital. Ocupa la porción laterosuperior de la calvaria.

Posición

Colocar la cara cóncava del hueso hacia adentro; su ángulo esfenoidal, del que irradian surcos vasculares, hacia abajo y adelante, y el borde cóncavo y cortante, hacia abajo.

Descripción

De forma cuadrilátera, se distinguen dos caras (**fig. 9-4**), cuatro bordes (**fig. 9-5**) y cuatro ángulos.

A. **Cara externa:** exocraneal y convexa, muestra en la parte media una saliente: la **eminencia parietal**. Por debajo dos líneas curvas, cóncavas hacia abajo, las líneas temporales. La línea temporal superior sirve de inserción a la fascia temporal, mientras que en la línea temporal inferior se inserta el borde superior del músculo temporal.
B. **Cara interna:** intracraneal, en relación con los lóbulos parietales del cerebro, que se aplican a su concavidad; constituye la **fosa parietal**, que se corresponde con la eminencia parietal de la cara externa. En su superficie se observan una serie de surcos que se dirigen hacia el borde superior del hueso y se ramifican como las nervaduras de una "**hoja de higuera**": corresponden a la impresión de la arteria meníngea media y sus ramas. El surco principal se origina en el ángulo esfenoidal del hueso. Hacia el borde superior y paralelo a él, existe un **semisurco**, que junto al que presenta el parietal del lado opuesto, forma el **surco del seno sagital superior**. Pueden encontrarse, además, una serie de pequeñas depresiones: las fositas granulares, donde se alojan las **granulaciones aracnoideas** (formaciones meníngeas). En el tercio posterior del citado surco existe un orificio denominado **foramen parietal**, por el cual pasa la vena emisaria parietal [de Santorini].
C. **Borde sagital:** ubicado por arriba, es grueso y presenta un borde dentado para la sutura sagital [interparietal].
D. **Borde escamoso:** situado por debajo, es corto, delgado y biselado, describe una curva cóncava hacia abajo. Se articula en una pequeña porción con el esfenoides y en el resto con el temporal.
E. **Borde frontal:** anterior, dentado en toda su longitud, se adelgaza hacia abajo y se articula con el frontal (sutura coronal).
F. **Borde occipital:** provisto de dientes más largos y más gruesos que los del borde sagital, se articula con los bordes lambdoideos de la escama del occipital (sutura lambdoidea).
G. **Ángulo frontal** [anterosuperior]: forma con el parietal del lado opuesto y el frontal, el **bregma**.
H. **Ángulo esfenoidal** [anteroinferior]: se une al borde parietal del ala mayor del esfenoides formando parte del **pterion**.
I. **Ángulo occipital** [posterosuperior]: obtuso, se articula con el parietal opuesto y la escama occipital, constituyendo la **sutura lambdoidea**, que toma su nombre de la letra griega λ (lambda).
J. **Ángulo mastoideo** [posteroinferior]: grueso y truncado, se articula con la porción mastoidea del temporal y con el occipital.

Estructura

El diploe, abundante en la parte superior del hueso, es mucho más delgado en el borde inferior. Por su arquitectura, es un hueso sólido y resistente.

Anatomía de superficie

La parte superior y externa de la cara exocraneal del parietal, por encima de la línea temporal superior, está en contacto con el cuero cabelludo. Por debajo de esta línea, el hueso está cubierto por el músculo temporal y su fascia.

Desarrollo

Se efectúa a expensas del cráneo membranoso sin esbozo cartilaginoso. A partir del 45.º día de vida intrauterina, aparece un punto de osificación que irradia en todos los sentidos y perma-

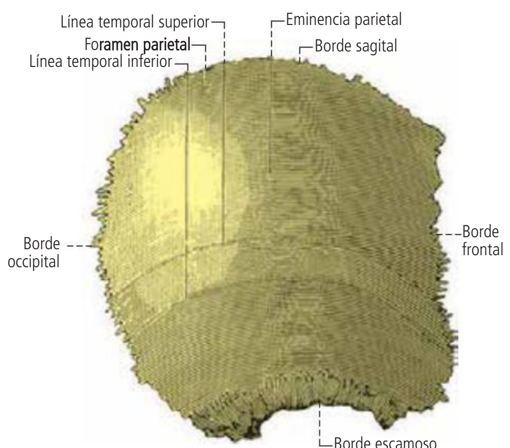


Fig. 9-4. Hueso parietal, vista lateral. Cara externa.

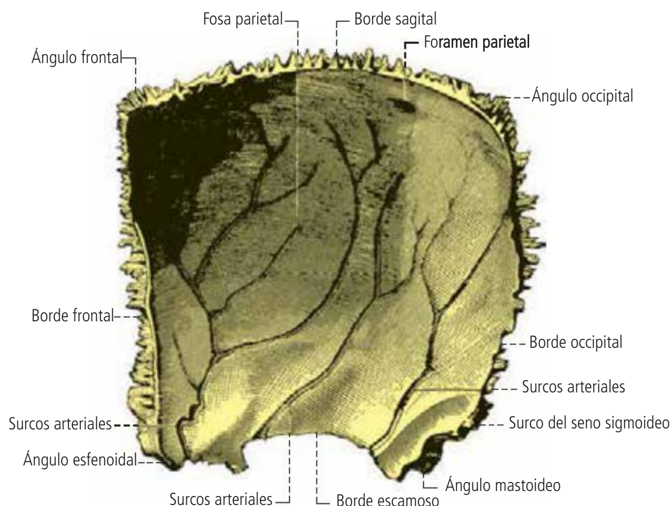


Fig. 9-5. Hueso parietal, vista medial. Cara interna.

nece separado de los puntos vecinos por los espacios membranosos, cada vez más exiguos, que en el nacimiento constituirán las fontanelas.

HUESO OCCIPITAL

Hueso único, mediano y simétrico, que corresponde a la parte posteroinferior del cráneo.

Posición

La cara cóncava se ubica hacia adelante; el **foramen magno** es casi horizontal y los cóndilos se colocan hacia abajo.

Descripción

Se describen dos caras y los bordes que las unen:

A. Cara posteroinferior (figs. 9-6 y 9-7): exocraneal y convexa, se desarrolla alrededor del **foramen magno** [agujero occipital], por el cual la cavidad craneal comunica con el conducto vertebral. Por este foramen pasan las raíces espinales de los **nervios accesorios** [XI], las **arterias vertebrales** y la transición meduloespinal [bulbomedular]. Se pueden distinguir **tres** porciones:

- **Por delante del foramen magno:** se extiende la porción **basilar**, que se dirige hacia adelante y arriba, y se continúa con el cuerpo del esfenoides (su separación debe realizarse con corte de sierra). En la línea mediana se observa el **tubérculo faríngeo**, donde se insertan la **fascia faringobasilar** y el **músculo constrictor superior de la faringe**. Este tubérculo presenta hacia atrás rugosidades para inserciones musculares: las **crestas musculares**.
- **Por detrás del foramen magno:** se encuentra la **escama del occipital**. En la línea mediana se observa la **cresta occipital externa**, que termina en una tuberosidad rugosa: la **protuberancia occipital externa**. A ambos lados de esta protuberancia se ubica la **línea nucal superior**. Por debajo de esta, la cresta occipital externa origina una línea curva menos marcada: la **línea nucal inferior**, dirigida en sentido lateral y hacia abajo, que finaliza en la **apófisis (proceso) yugular**. En estas líneas y en las superficies delimitadas existen rugosidades para la inserción de los músculos de la región de la nuca.
- **A cada lado del foramen magno** (fig. 9-7): se observan eminencias articulares, los **cóndilos del occipital**, que se articulan con las **carillas articulares superiores** del atlas (CI). Su eje mayor está dirigido en sentido lateromedial, de atrás hacia adelante. En su extremo posterior, cada cóndilo presenta una depresión profunda, la **fosa condílea**, en cuyo fondo se halla el conducto (canal) condíleo, que permite el paso de una vena condílea emisaria y una arteriola. Atravesando la base de cada uno de los cóndilos se observa el orificio externo del **conducto (canal) del nervio hipogloso** [agujero condíleo anterior].

B. Cara anterosuperior (figs. 9-8 y 9-9): intracraneal y cóncava, en ella se distinguen:

- **Por delante del foramen magno** (fig. 9-9): un canal cóncavo en sentido transversal, tanto más ancho y más profundo cuanto más cercano al foramen magno, denominado **clivus** (declive), que corresponde a la parte superior de la médula oblongada y el puente, de los que está separado por la arteria basilar y por el líquido cerebroespinal de la cisterna pontocerebelosa. A ambos lados del clivus, se observa el surco del seno petroso inferior.
- **Por detrás del foramen magno:** la **escama** del occipital está dividida en cuatro **fosas**: dos superiores o **cerebrales**, que alojan a los polos occipitales de los hemisferios cerebrales, y dos inferiores o **cerebelosas**, que alojan la parte posterior de los hemisferios cerebelosos. En el punto de reunión de estas cuatro fosas, se encuentra la **eminen-**

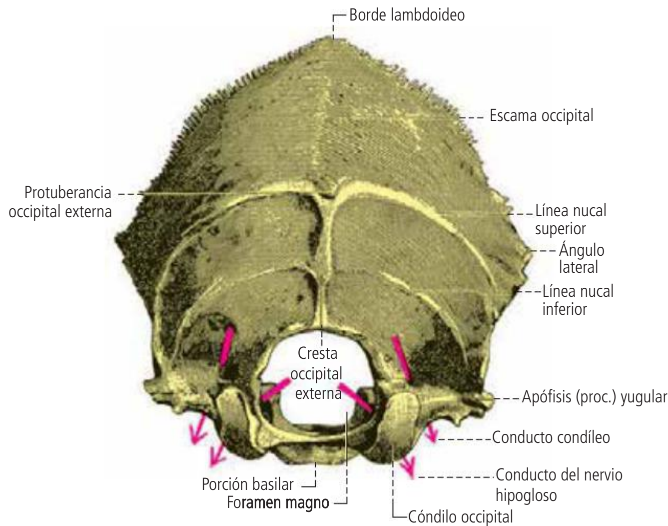


Fig. 9-6. Hueso occipital, vista posteroinferior.

cia cruciforme, en cuyo centro se distingue la **protuberancia occipital interna**. Es en este lugar donde está situada la **confluencia de los senos** [prensa de Herófilo]. La rama horizontal se halla representada por el **surco del seno transverso**, mientras que en la rama vertical, la porción superior está representada por el **surco del seno sagital superior** hasta la protuberancia occipital interna, y luego continúa con la **cresta occipital interna**, que se bifurca sobre el contorno posterior del foramen magno. En esta cresta se inserta la **hoz del cerebelo**.

– **A cada lado del foramen magno:** en su unión con la parte anterior se observa un tubérculo más o menos protruyente: el **tubérculo yugular** del occipital; por debajo de él se ve el orificio interno del **conducto (canal) del nervio hipogloso**, recorrido por el nervio hipogloso y por venas. En sentido posterolateral al tubérculo yugular está el **surco del seno sigmoideo**, que presenta lateralmente una eminencia cóncava: la **apófisis (proceso) yugular**. Esta porción se continúa hacia atrás con la parte intracraneal de la escama y contribuye a la formación de la **fosa cerebelosa**.

C. Bordes lambdoideos [superiores]: se articulan con los parietales; a veces, la presencia de **huesos suturales** [wormianos] interrumpe su continuidad.

D. Bordes mastoideos [inferiores]: orientados hacia abajo y medialmente, se observan: la **apófisis (proceso) yugular**, que limita hacia adelante al **surco del seno sigmoideo** y se articula con la porción mastoidea del hueso temporal. Por delante de ella se encuentra la **escotadura (incisura) yugular**. Este borde, en el cráneo articulado, contribuye a formar, con el hueso temporal, el **foramen yugular** [agujero rasgado posterior].

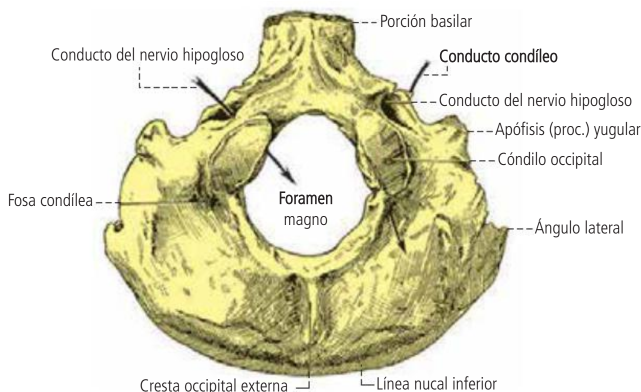


Fig. 9-7. Hueso occipital, vista inferior.

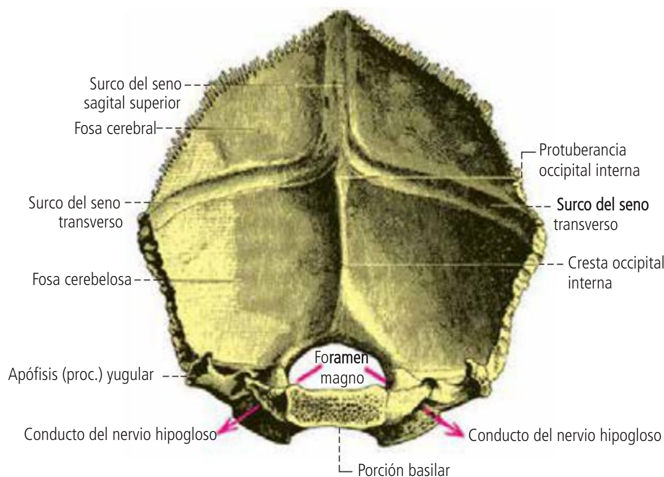


Fig. 9-8. **Hueso occipital, vista anterior.**

Estructura

La porción más delgada del hueso se encuentra en las fosas cerebelosas, mientras que las partes más gruesas corresponden a los bordes, a las protuberancias, al contorno del foramen magno y a la porción basilar.

Anatomía de superficie

Hueso superficial y subcutáneo, por encima de la **línea nucal superior** y de la **protuberancia occipital externa**, puede palparse a través de la piel. Por debajo de esta línea, la cara exocraneal del hueso está cubierta por los **músculos** de la región de la nuca. Esta diferencia determina que los lóbulos occipitales del cerebro sean más fáciles de abordar que los cerebelosos, que exigen desinsertar cuidadosamente las inserciones musculares del hueso occipital.

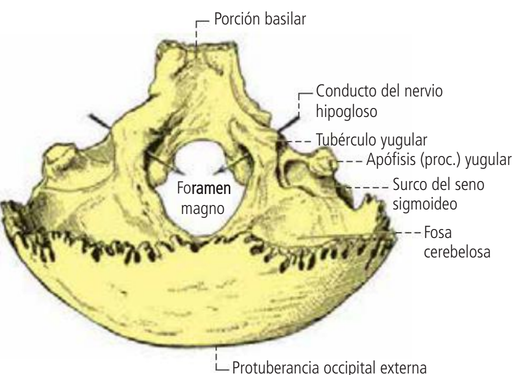


Fig. 9-9. **Hueso occipital, vista superior.**

Desarrollo

La parte superior de la escama del occipital se desarrolla a partir de un esbozo membranoso. La parte inferior, por el contrario, posee un esbozo cartilaginoso en el cual aparecen los puntos de osificación que son:

- El **basioccipital**, único y mediano, dispuesto alrededor del foramen magno.
- Los **exooccipitales**, a ambos lados del foramen magno.
- El **supraoccipital**, situado entre el basioccipital y el esbozo membranoso, es el más precoz de los huesos del cráneo. La zona de unión con la porción membranosa permanece elástica durante bastante tiempo, con lo cual favorece el parto de presentación cefálica.
- El **interparietal**, par, se suelda rápidamente a la línea mediana, lateral en relación con el supraoccipital.

HUESO TEMPORAL

Hueso par, situado en la parte lateral, media e inferior del cráneo, contiene el **órgano vestibulococlear**. Su forma varía con la edad. En el feto y en el recién nacido se pueden identificar tres piezas óseas diferentes: la **porción escamosa**, lámina delgada de contorno semicircular, que se encuentra por arriba y lateralmente; la **porción timpánica**, situada por debajo de la precedente con forma de semicanal abierto hacia arriba, y la **porción petrosa**, situada por detrás, abajo y medial a las otras dos y que se desarrolla hacia adelante y hacia el plano mediano en forma de pirámide, dirigida al centro de la base del cráneo.

En cambio, en el adulto, estas tres partes se encuentran soldadas. El hueso forma un bloque único, con una parte intracraneal que contiene numerosos conductos y cavidades.

Posición

Colocar hacia arriba la porción delgada o **escama**, que presenta un borde cortante. La cara de la que se desprende la **apó-**

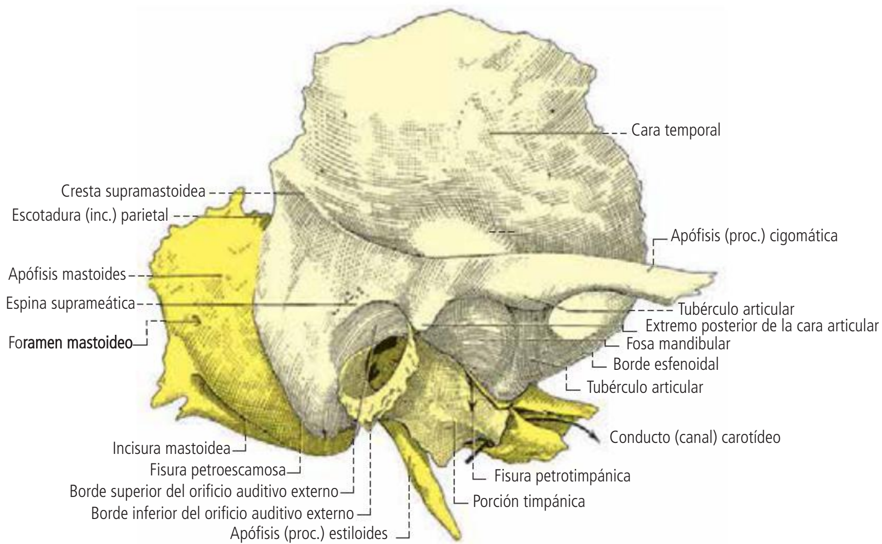


Fig. 9-10. Hueso temporal derecho, vista lateral. En amarillo claro, la porción escamosa; en amarillo, la porción timpánica y en amarillo más oscuro, la porción petrosa. Según Bellocq.

fisis (proceso) cigomática, larga, y ubicada por delante y por encima del **conducto auditivo externo**, está situada lateralmente, mientras que el extremo libre de esta **apófisis (proceso) cigomática** se debe orientar hacia adelante y en sentido horizontal.

Descripción

Caras exocraneales

Existen dos caras dispuestas en ángulo recto: la cara **lateral** y la cara **inferior**, que corresponde a la parte exocraneal de la base del cráneo; se la encuentra profundamente hundida por detrás del esqueleto facial.

Cara lateral

Corresponde a la cara lateral de la cabeza (**fig. 9-10**). Presenta tres porciones: una posterior, la **apófisis (proceso) mastoides**; una media, centrada en torno al **conducto (meato) auditivo externo**, y otra anterior, con la **escama del temporal** y la **apófisis (proceso) cigomática** que se desprende de ella.

A. Apófisis (proceso) mastoides: es una pirámide ósea que se articula por detrás y por arriba con el hueso occipital. Su cara externa puede dividirse en dos partes:

- **Posterior:** con numerosas rugosidades para inserciones musculares y el **foramen mastoideo** para la vena emisaria mastoidea que une el seno sigmoideo con venas del sistema yugular.
- **Anterior:** separada de la precedente por la **sutura petroescamosa externa**, está orientada de arriba hacia abajo y de atrás hacia adelante. Esta fisura separa la porción escamosa de la porción petrosa, que constituye aquí la apófisis (proceso) mastoides situada inmediatamente detrás del orificio auditivo externo. Por encima y detrás de este, se eleva la espina suprameática. Posterior a esta espina se observa una superficie cribosa, la fosita suprameática. La punta de la mastoides, orientada hacia abajo y hacia adelante, desciende más que el conducto (meato) auditivo externo y se encuentra escondida por inserciones musculares que respetan su cara lateral.

B. Conducto (meato) auditivo externo: está constituido en el hueso seco por dos partes, una inferior, excavada en la porción timpánica y que representa las 3/4 partes del canal, y una superior excavada en la parte inferior de la porción escamosa. Estos dos surcos reunidos forman un conducto completo dirigido medialmente y algo hacia adelante en cuyo fondo se dibuja el surco timpánico, donde se inserta la membrana timpánica. Por detrás, el conducto auditivo externo toma contacto con la cara anterior de la mastoides. Por delante, está cerrado por la delgada capa ósea de la porción timpánica que lo separa de la **fosa mandibular** [cavidad glenoidea] (véase más adelante) y de la articulación temporomandibular. Esta pared es relativamente frágil y vulnerable, sobre todo en los traumatismos de la mandíbula.

C. Porción escamosa del temporal y apófisis (proceso) cigomática: ocupan la parte anterior de la cara externa. Por arriba, su borde superior, redondeado y convexo, la une al parietal y al ala mayor del esfenoides; presta inserción al **músculo temporal** (fosa temporal). Por abajo, luego de haber cerrado por arriba al conducto (meato) auditivo externo, da origen a la **apófisis cigomática**. Esta se confunde hacia atrás con la cresta supramastoidea, mientras que hacia delante avanza sobre la fosa mandibular, que está limitada por delante por el **tubérculo articular** y por detrás, por el **tubérculo cigomático posterior**. La cara superior de la base de la apofisis cigomática y su borde anterior son cóncavos, lo que permi-

te el deslizamiento y la reflexión de las fibras posteriores del músculo temporal. Anteriormente al **tubérculo articular**, la apófisis (proceso) cigomática se vuelve libre. Se separa de la porción escamosa y permanece siempre horizontal, pero se hace cóncava en sentido medial y aplanada transversalmente. En su parte inferior, da inserción al músculo masetero y por arriba recibe a la gruesa fascia temporal. Por delante se articula con el hueso cigomático, con el cual forma un puente óseo denominado **arco cigomático**, que se extiende desde el hueso temporal hasta el esqueleto facial. Este arco es superficial, prominente y fácilmente perceptible bajo la piel.

Cara inferior

Se la puede dividir en tres porciones, que corresponden a la **porción petrosa** [peñasco], la **porción timpánica** [hueso timpánico] y la **porción escamosa** [escama] (**fig. 9-11**).

A. Porción petrosa: presenta una serie de accidentes dispuestos a partir de la punta de la apófisis (proceso) mastoides. Mediales a la mastoides, se encuentran la **incisura mastoidea** [ranura digástrica] y el **surco de la arteria occipital**; más adelante emerge la **apófisis (proceso) estiloides**, delgada y larga, que se dirige en forma oblicua hacia abajo y adelante. Por detrás de la base de la apófisis (proceso) estiloides, se abre el **foramen estilomastoideo**, por donde emerge el **nervio facial** de la porción petrosa; medial al foramen se halla la **fosa yugular**, ocupada por el **bulbo superior de la vena yugular interna**; por delante se observa el **orificio externo del conducto carotídeo** (que es recorrido por la arteria carótida interna), que está bordeado por detrás por una cresta en la que se abre el **conductillo timpánico** [conducto de Jacobson]. El borde posteromedial de esta cara está articulado con el occipital; la sutura de ambos huesos está interrumpida por el **foramen yugular** [agujero rasgado posterior].

B. Porción timpánica: se presenta como una superficie regular, y constituye la pared inferior del **conducto (meato) auditivo externo**. La **apófisis (proceso) vaginal de la apófisis (proceso) estiloides** forma una vaina a la apófisis (proceso) por delante de su base.

C. Porción escamosa: presenta la **fosa mandibular** [cavidad glenoidea] para la articulación temporomandibular. Está limitada en sentido anterolateral por la raíz horizontal de la apófisis (proceso) cigomática y el **tubérculo articular**. Posteromedialmente, está separada de la porción timpánica por la **fisura petrotimpánica** [cisura de Glaser], por donde emerge el nervio **cuerda del tímpano**. La raíz transversa del proceso cigomático, el **tubérculo articular**, es un relieve transversal fuertemente convexo que forma parte de la articulación temporomandibular; separa aquí la cara inferior del hueso de su cara temporal (fosa temporal). En la cara inferior del hueso temporal, en su parte anterior y medial, las porciones escamosa, timpánica y petrosa se encuentran en contacto; allí se ubica el orificio externo del **conducto musculotubárico**. Este conducto excavado en la porción petrosa, se dirige hacia atrás y lateralmente hacia la caja del tímpano y está dividido en el **conducto para la trompa auditiva** y el **conducto para el músculo tensor del tímpano**.

Caras intracraneales

Están constituidas por las porciones escamosa y petrosa (**fig. 9-12**).

A. Porción escamosa [escama]: se ubica en forma vertical, es ligeramente cóncava y tiene un borde curvo superior. Su su-

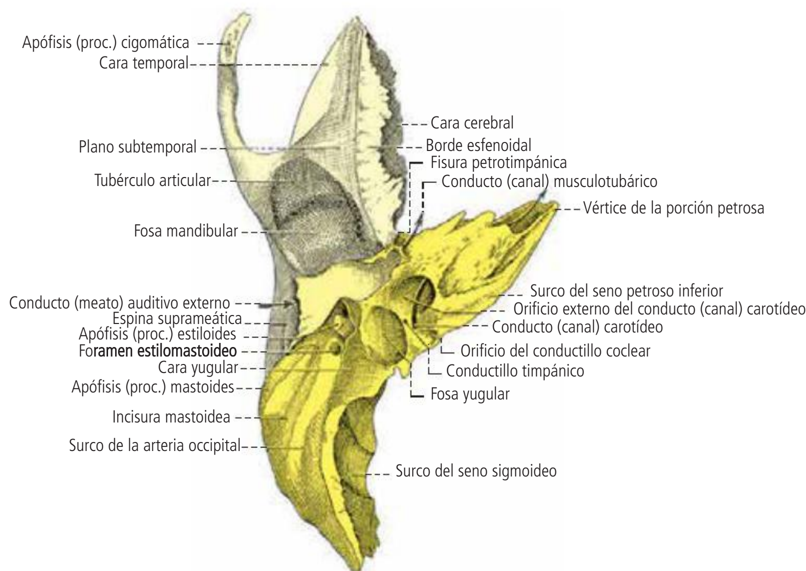


Fig. 9-11. Hueso temporal derecho, vista inferior. En amarillo claro, la porción escamosa; en amarillo, la porción timpánica, y en amarillo más oscuro, la porción petrosa. Según Bellocq.

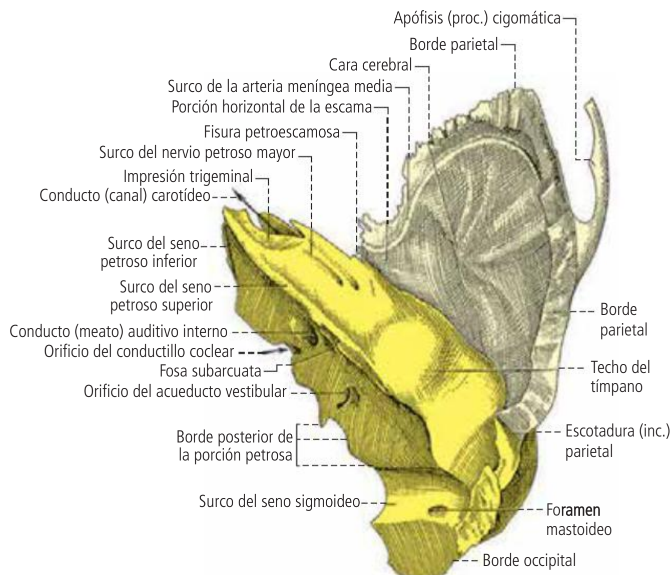


Fig. 9-12. Hueso temporal derecho, vista posterosuperior. En amarillo claro, la porción escamosa; en amarillo oscuro, la porción petrosa. Según Bellocq.

perficie corresponde al lóbulo temporal del cerebro. Es de poco espesor, pero se encuentra reforzada medialmente por la duramadre (espacio decolable). En ella se aprecian los **surcos de la arteria meníngea media** y sus ramas.

B. Porción petrosa [peñasco]: está separada de la porción escamosa por la **fisura petroescamosa**. Se dispone horizontalmente y presenta una cara anterior y otra posterior, un borde y un vértice.

- **Cara anterior:** esta cara se dispone en sentido horizontal y en ella se encuentran, de lateral a medial y de atrás hacia adelante: el **techo del tímpano**; la **eminencia arcuata**, saliente redondeada formada por el conducto semicircular anterior; el **hiato del conducto para el nervio petroso mayor** [hiato de Falopio], orificio en forma de hendidura, y el **hiato del conducto para el nervio petroso menor**. Estos orificios dan paso a los nervios petrosos del mismo nombre. Anteromedialmente, cerca del vértice de la porción petrosa se halla la **impresión trigeminal**, donde se ubica el ganglio del nervio trigémino [V].
- **Cara posterior:** dispuesta verticalmente, se relaciona con el cerebelo y el tronco del encéfalo. En ella se observan: el **orificio auditivo interno**, en la unión del tercio medio con el medial, por donde transcurren los nervios facial, intermedio y vestibulococlear, y la arteria laberíntica, y da acceso al **conducto (meato) auditivo interno**; en el borde superior, la **fosa subarcuata**; lateral al conducto precedente, una pequeña hendidura ósea, el **orificio del acueducto vestibular** [conducto endolinfático]; más lateral, el **surco del seno sigmoideo**, situado en la cara profunda de la mastoides; en él se abre el **foramen mastoideo** de la vena emisaria mastoidea.
- **Borde superior de la porción petrosa:** este separa las dos caras precedentes. Dirigido hacia adelante y medialmente, separa también la fosa craneal media de la fosa craneal posterior. Da inserción a la duramadre de la **tienda del cerebelo** (tentorio), y es en este borde donde se halla el **surco del seno petroso superior**.
- **Vértice de la porción petrosa:** se encuentra en contacto con el esfenoides. En él se observa el **orificio interno del conducto carotídeo**. Entre el vértice y el esfenoides queda delimitado el **foramen lacerum** [agujero rasgado anterior] de la base del cráneo.

Cavidades y canales del hueso temporal

El hueso temporal contiene numerosas cavidades y conductos que pertenecen a diversos sistemas: el **órgano vestibulococlear**: las **cavidades neumáticas** anexas a este órgano, conductos **vasculares** y conductos destinados al pasaje de **nervios craneales**.

A. Cavidades del órgano vestibulococlear. Las cavidades más importantes pertenecen al **órgano vestibulococlear** (fig. 9-13). Entre los **conductos (meatos) auditivos externo e interno** se interponen:

- El **oído medio**, que presenta, de adelante hacia atrás: la **trompa auditiva**, la **caja del tímpano**, la **entrada al antro mastoideo** *(aditus ad antrum)* y el **antro mastoideo**. A menudo estas cavidades del oído medio, como el antro mastoideo, son sede de inflamaciones (otitis, mastoiditis).
- El **oído interno**, con el complejo conjunto que constituye el **laberinto óseo**.

B. Conducto carotídeo: es el conducto vascular más importante que presenta el hueso; a través de él, la **arteria carótida interna** (con el plexo simpático que la rodea) pasa de la fosa infratemporal al interior de la cavidad craneal. Partiendo

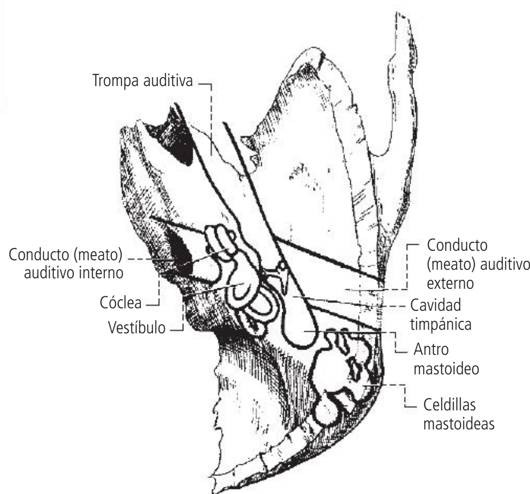


Fig. 9-13. Disposición de las cavidades auditivas en el temporal, según Rouvière.

desde su orificio externo (en el exocráneo), primero es vertical, luego se acoda formando un ángulo recto para dirigirse en sentido horizontal, hacia adelante, y medialmente, hasta su terminación en la vecindad del vértice de la porción petrosa (orificio interno).

C. **Conductos nerviosos:** están destinados al pasaje de los nervios: **conducto facial** [acueducto de Falopio] que comienza en el fondo del **conducto (meato) auditivo interno**, describe un trayecto complejo en el interior de la porción petrosa y termina en el **foramen estilomastoideo**. Este conducto está ocupado por el **nervio facial**. El conducto facial también se abre al exterior de la porción petrosa a través del hiato del **nervio petroso mayor** [Falopio] y por el **conductillo mastoideo** que se dirige a la fosa yugular, ocupada por el **ramo auricular del nervio vago**.

Otros conductos se hallan excavados a expensas de las suturas del hueso temporal. Estos son: el **conductillo de la cuerda del tímpano**, entre la porción timpánica y la escamosa (**fisura timpanoescamosa**), que se abre adelante en la **fisura petrotimpánica** [de Glaser]; el **canalículo petrotimpánico**, situado entre la porción timpánica y la porción petrosa, que establece una comunicación entre la pared externa de la cavidad timpánica y la parte posterior de la fisura petrotimpánica.

Estructura

El hueso temporal está constituido por un tejido óseo muy resistente y compacto. La porción escamosa y la porción timpánica son muy delgadas. En la porción petrosa, por el contrario, hay importantes conjuntos de tejido óseo esponjoso, en especial a nivel de la apófisis (proceso) mastoides, alrededor de las cavidades del órgano vestibulococlear, así como en la proximidad del vértice de la porción petrosa. En este tejido óseo esponjoso existen cavidades, las **células del temporal**, y se distinguen dos grupos:

A. **Las celdillas mastoideas:** son las más importantes y varían según el individuo (las mastoides neumáticas son las que contienen numerosas celdillas; las mastoides ebúrneas, por el contrario, están formadas por un hueso muy compacto). Estas celdillas se encuentran en la proximidad inmediata del antro y pueden ser invadidas por una infección desarrollada en esta cavidad, anexa al oído medio.
B. **Las celdillas del vértice de la porción petrosa:** son poco desarrolladas pero susceptibles de infectarse.

Anatomía de superficie

Las únicas partes superficiales del hueso temporal son la apófisis (proceso) mastoides, el arco cigomático y el conducto (meato) auditivo externo.

La **apófisis (proceso) mastoides**, a pesar de sus inserciones musculares, puede palparse por detrás del pabellón auricular. Es un punto de referencia esencial del cráneo. Las inflamaciones crónicas de sus cavidades (antro, celdillas mastoideas) pueden ser drenadas a través de trepanaciones quirúrgicas.

La **apófisis (proceso) cigomática**, perceptible bajo la piel, marca el límite entre las regiones temporal y maseterina. Por encima de ella, la fosa temporal está ocupada por el músculo temporal, que cubre la porción escamosa.

El **conducto (meato) auditivo externo óseo** está disimulado por el cartílago y la mucosa del conducto. No obstante, se lo puede ver y palpar a través del pabellón auricular.

Desarrollo

Pocos huesos son tan complejos como el hueso temporal en su desarrollo, así como en su crecimiento (**fig. 9-14**).

El proceso general de osificación del hueso temporal comienza a nivel de 4 porciones diferentes:

A. **Porción escamosa:** posee tres puntos de osificación que aparecen a partir de la 4.ª semana.
B. **Porción petrosa:** comienza su osificación a partir del 4.° mes. No existe unanimidad de opiniones acerca del número de puntos de osificación, los que, según algunos autores, llegarían a ser diecisiete.
C. **Porción timpánica:** este pequeño círculo óseo se osifica a partir del 5.° mes por tres puntos dispuestos a lo largo del semicírculo inicial.
D. **Apófisis (proceso) estiloides:** se desarrolla a expensas del 2.° arco faríngeo, se osifica tarde, aproximadamente durante el 8.° año de vida.

La soldadura de estos diferentes puntos comienza antes del nacimiento y se encuentra muy avanzada hacia la edad de 1 o 2 años. La apófisis (proceso) estiloides se suelda al resto del temporal a los 12 años.

Durante su crecimiento, el hueso temporal está sometido a numerosos factores que repercuten sobre su forma:

- Acciones musculares: diversos músculos actúan ejerciendo una acción de tracción sobre la apófisis (proceso) mastoides, en especial el esternocleidomastoideo.
- El desarrollo del cerebro: repercute sobre la forma de la porción escamosa del temporal.
- El desarrollo del órgano vestibulococlear, con englobamiento de la arteria carótida interna en la porción petrosa.

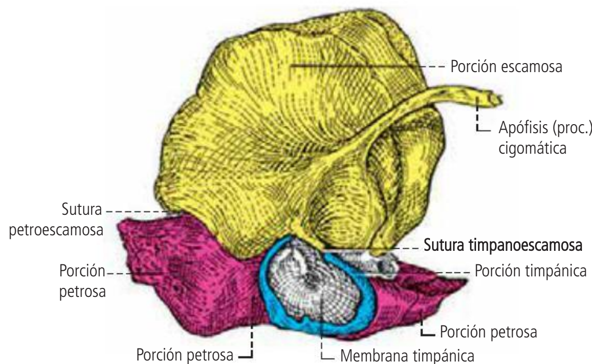


Fig. 9-14. Hueso temporal derecho de un recién nacido, vista lateral.

HUESO ESFENOIDES

Hueso impar, mediano y simétrico, situado como una cuña en la base del cráneo, entre los huesos que lo rodean.

Posición

Colocar hacia arriba la depresión de la **silla turca** y horizontalizar las caras superiores de las **alas menores**. Ubicar hacia adelante su borde dentado y hacia abajo, las **apófisis pterigoides**.

Descripción

Presenta un **cuerpo** central impar y medio del que se separan las **alas menores**, las **alas mayores** y las **apófisis (proceso) pterigoides**.

Cuerpo

Se distinguen seis vistas:

A. Vista superior (**fig. 9-15**): forma parte de las fosas craneales anterior, media y posterior. Dos salientes transversales permiten distinguir:

- **Parte anterior:** formada por la lámina de unión de las alas menores: el **yugo esfenoidal**, limitado adelante por un borde delgado que se articula con la lámina cribosa del etmoides y atrás, por el **limbo esfenoidal**; lateralmente, se continúa con la cara superior de las **alas menores**; en el plano medio, una ligera cresta se continúa con la cresta del etmoides; a los lados hay una superficie lisa algo cóncava, formando surcos que corresponden al giro recto del lóbulo frontal y a los tractos olfatorios.
- **Parte media:** por detrás del yugo esfenoidal, hay un surco transversal, el **surco prequiasmático** [canal óptico], que termina a ambos lados en los **conductos ópticos** [agujeros ópticos], en la base de las alas menores. Por detrás del surco prequiasmático se encuentra una depresión de concavidad sagital muy marcada, donde se aloja la hipófisis; es la **fosa hipofisaria de la silla turca**. Esta se continúa hacia las caras laterales del cuerpo y una pequeña cresta, a ambos lados, la separa del **surco carotídeo**. La parte posterior de la silla turca está formada por la cara anterior del **dorso de la silla turca** [lámina cuadrilátera].
- **Parte posterior:** constituida por el **dorso de la silla turca**, presenta: un borde superior algo cóncavo en cuyos extremos se encuentran las **apófisis (procesos) clinoides posteriores** que, juntamente con las **apófisis (procesos) clinoides anteriores** de las alas menores, delimitan la **silla turca**. En los bordes laterales del **dorso de la silla** hay dos surcos: uno superior para los nervios oculomotor y abducens, y otro inferior, para el seno petroso inferior. El borde inferior del **dorso de la silla**, de difícil delimitación, se continúa con la porción basilar del hueso occipital.

B. Vista inferior (**fig. 9-16**): corresponde a la nasofaringe. Presenta en el plano medio una cresta saliente que forma el **pico esfenoidal**, que se articula con el borde superior del vómer, constituyendo el **canal esfenovomeriano mediano**. A los lados, una superficie lisa triangular de base medial forma la parte más posterior del techo de las cavidades nasales. En sentido más lateral, se implantan las apófisis (proceso) pterigoides.

C. Vista anterior (**fig. 9-17**): forma parte de las cavidades nasales. En la línea mediana se observan: la **cresta esfenoidal**, que se articula con el borde posterior de la lámina perpendicular del etmoides; a los lados, un canal vertical donde se abren los **senos esfenoidales**, y más lateralmente, las **hemiceldillas esfenoidales** que, en un cráneo articulado, completan (junto con las hemiceldillas etmoidales) las **celdillas etmoidales posteriores**.

D. Vista posterior (**fig. 9-18**): se articula con la porción basilar del occipital, a la cual se encuentra soldada en el adulto.

E. Vistas laterales (**fig. 9-19**): en ellas se destacan las alas del esfenoides. Por encima de la base de implantación del ala mayor, se observa un canal en "S", el **surco carotídeo**, impreso por el pasaje de la arteria carótida interna, alojada en el **seno cavernoso**. Entre las alas mayor y menor, la cara lateral forma el borde interno de la **fisura orbitaria superior** [hendidura esfenoidal].

Alas menores [apófisis de Ingrassias]

Triangulares, de base medial y horizontales, se implantan a ambos lados del cuerpo del esfenoides por medio de dos raíces: superior y posteroinferior; ambas delimitan el **conducto (canal) óptico**, por donde pasan hacia la órbita el **nervio óptico** y la **arteria oftálmica** (**fig. 9-15**).

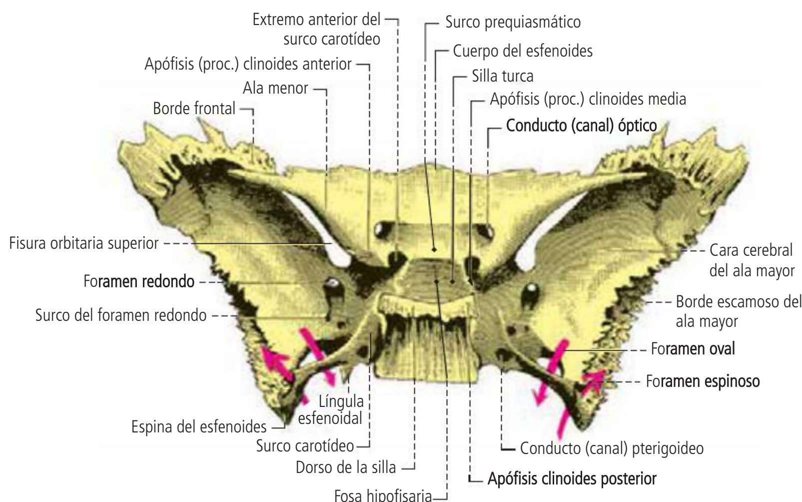


Fig. 9-15. Esfenoides, vista superior.

Su **cara superior** forma parte de la fosa craneal anterior.

La **cara inferior**, más pequeña que la superior, constituye la parte más posterior de la pared superior de la cavidad orbitaria y el borde superior de la fisura orbitaria superior.

El **borde anterior** se articula con la porción orbitaria del frontal y con una parte de la lámina cribosa del etmoides.

El **borde posterior**, delgado lateralmente y más grueso en sentido medial, forma la **apófisis (proceso) clinoides anterior**, cuyo vértice está dirigido hacia atrás por la inserción de la tienda del cerebelo (circunferencia menor). En estado fresco, el borde posterior está revestido por duramadre, que contiene aquí al **seno esfenoparietal** [Breschet].

Alas mayores

De contorno anguloso, fuertemente incurvadas hacia arriba y hacia atrás, prolongan la parte lateroinferior del cuerpo del esfenoides (**figs. 9-15** a **9-18**). Se describen 3 caras y 4 bordes:

A. Cara cerebral [posterior] (**fig. 9-18**): cóncava, pertenece a la fosa craneal media; es estrecha de adelante hacia atrás y recibe al polo temporal del cerebro.

B. Cara orbitaria [anterior] (**fig. 9-17**): cuadrilátera, está orientada anteromedialmente y contribuye a formar la pared lateral de la cavidad orbitaria.

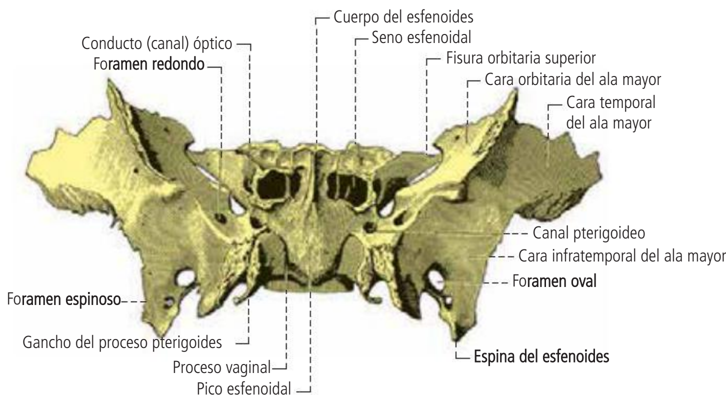


Fig. 9-16. Esfenoides, vista inferior.

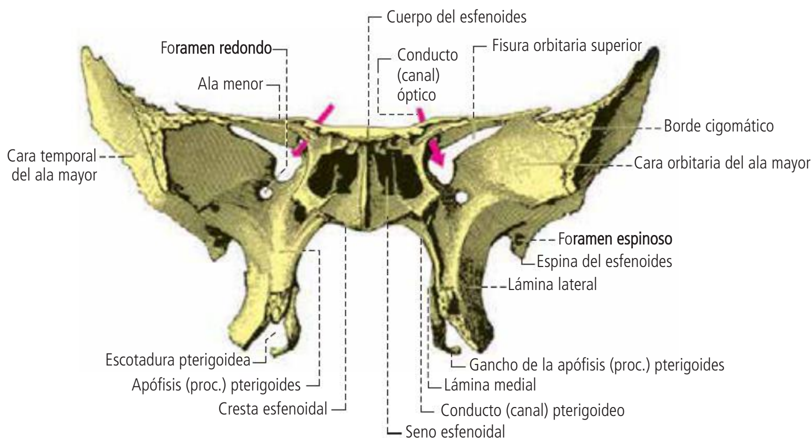


Fig. 9-17. Esfenoides, vista anterior.

C. Cara exocraneal (**fig. 9-19**): se encuentra dividida en dos por la **cresta infratemporal** [cresta esfenotemporal], una parte superior que corresponde a la **cara temporal** y otra inferior que corresponde a la **cara infratemporal** [cigomática].

D. Borde cigomático [anterior]: se articula con el hueso cigomático.

E. Borde escamoso [posterior]: se articula con la porción escamosa del temporal.

F. Bordes frontal y parietal [superior]: se articulan con el borde esfenoidal del frontal y con el borde escamoso del parietal, respectivamente.

G. Borde medial (**fig. 9-15**): está unido medialmente al cuerpo del esfenoides y se articula por detrás con la porción petrosa del temporal. Presenta 4 orificios:

- La **fisura orbitaria superior** [hendidura esfenoidal], que separa el ala mayor de la menor. Ancha medialmente, da paso a los nervios oculomotor, troclear y abducens, a las 3 ramas del nervio oftálmico y a la vena oftálmica (véase **fig. 45-15**).
- El **foramen redondo** [redondo mayor], para el nervio maxilar.
- El **foramen oval**, por donde pasan el nervio mandibular y la rama accesoria de la arteria meníngea media.
- El **foramen espinoso** [redondo menor], para la arteria meníngea media.

También se describen el **foramen venoso** [de Vesalio], situado en sentido medial al foramen oval, por donde pasa una vena emisaria, y el **foramen petroso** [innominado de Arnold], situado algo atrás y medial al foramen espinoso por donde pasa el nervio petroso menor.

Los bordes escamoso y medial de las alas mayores se reúnen para formar abajo la espina del esfenoides, sobre la cual se inserta el ligamento esfenomandibular (véase **Articulación temporomandibular**).

Apófisis (proceso) pterigoides

Se implantan en la cara inferior del cuerpo del esfenoides por medio de dos raíces: una medial y otra lateral (**figs. 9-16** a **9-19**).

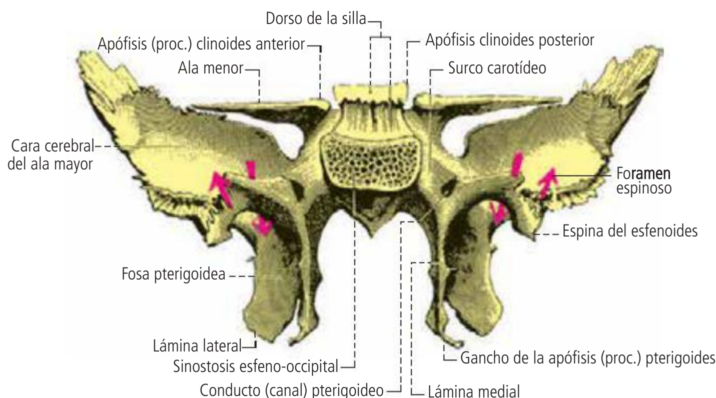


Fig. 9-18. Esfenoides, vista posterior.

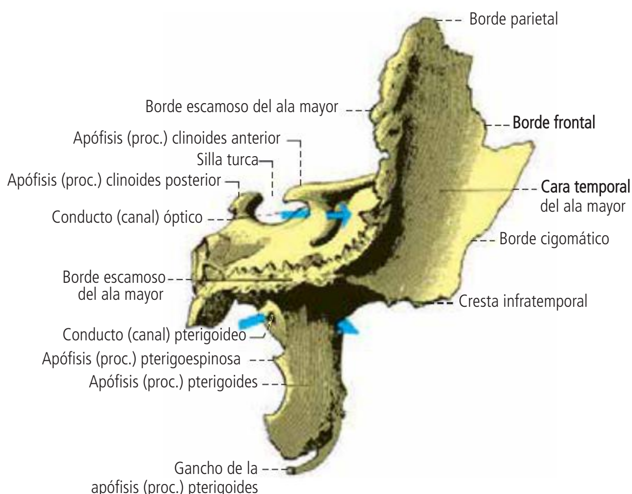


Fig. 9-19. Esfenoides, vista lateral.

Ambas raíces circunscriben el **conducto (canal) pterigoideo** [conducto vidiano] (**fig. 9-18**), por el que transcurren el **nervio del conducto (canal) pterigoideo** [nervio vidiano] y los **vasos** del mismo nombre.

Las raíces se prolongan hacia abajo en forma de dos láminas:

A. Lámina medial: lámina cuadrilátera ligeramente cóncava en sentido medial, desciende hacia el paladar óseo. Su cara medial corresponde a la parte más profunda de la pared lateral de las cavidades nasales. Su cara lateral forma la pared medial de la **fosa pterigoidea**; en su parte superior se observa la **fosa escafoidea**, en la cual se inserta el músculo tensor del velo del paladar. De la raíz de esta lámina se desprende una laminilla o **apófisis (proceso) vaginal** que, dirigida medialmente, constituye con el cuerpo del esfenoides un surco que el borde del ala del hueso vómer transforma en **conducto (canal) vomerovaginal**; la cara inferior de la apófisis (proceso) vaginal se articula con la apófisis (proceso) esfenoidal del hueso palatino: **conducto (canal) palatovaginal** [conducto pterigopalatino]. El **borde inferior de la lámina medial** desciende más que el de la lámina lateral y termina atrás, en el **gancho de la apófisis (proceso) pterigoides**, en cuya concavidad se refleja el tendón del músculo tensor del velo del paladar. El **borde posterior**, delgado y cortante, presenta en la parte superior una incisura que corresponde al pasaje de la trompa auditiva (**fig. 9-18**).

B. Lámina lateral: es cuadrilátera, inclinada en sentido lateral; la cara medial forma la pared lateral de la **fosa pterigoidea**; la cara lateral, orientada lateroanteriormente, da inserción a la cabeza inferior del **músculo pterigoideo lateral**; el **borde posterior**, cóncavo, separa los dos músculos pterigoideos; su parte media presenta una saliente: la **apófisis (proceso) pterigoespinosa** [de Civinini], en la cual se inserta el ligamento pterigoespinoso.

Las láminas lateral y medial se separan hacia atrás delimitando la **fosa pterigoidea** y se fusionan por delante formando un borde grueso. En su mitad superior, este borde es libre y limita hacia atrás la pared posterior de la **fosa pterigopalatina**. Esta tiene forma de canal y prolonga hacia abajo la abertura pterigopalatina del **conducto (canal) pterigoideo**. En la parte inferior, este canal se continúa con dos surcos: uno en la cara posterior de la apófisis (proceso) esfenoidal del palatino y otro en la cara nasal del maxilar. Se forma así el **conducto (canal) palatino mayor**, por donde pasan los nervios y los vasos **palatinos mayores**. Más abajo, los bordes de ambas láminas, fusionadas hasta aquí, se separan formando un ángulo de bordes dentados, la **escotadura pterigoidea**, en la cual se articula la **apófisis (proceso) piramidal del palatino**.

La **fosa pterigoidea**, comprendida entre las dos láminas, es más profunda en la parte inferior; su pared medial presenta rugosidades y crestas de inserción para el músculo pterigoideo interno.

Estructura

El esfenoides está formado por láminas de tejido compacto que limitan cavidades o **senos esfenoidales**. Situados por debajo de la **silla turca** y del surco prequiasmático, se encuentran separados entre sí por el **tabique intersinusal esfenoidal**; ambos senos se abren en el **receso esfenoetmoidal** de ambas cavidades nasales. El resto del hueso está formado por tejido compacto, excepto en la base de las apófisis (procesos) pterigoides y en la parte más espesa de las alas mayores, donde se encuentran trazas de tejido esponjoso.

Anatomía de superficie

El esfenoides se encuentra hundido en el interior de la base del cráneo, por detrás del esqueleto facial; escapa así a toda exploración directa: no se puede palpar.

Desarrollo

Los centros de osificación aparecen entre el 3.° y el 7.° mes de la vida intrauterina. Primitivamente, el esfenoides está constitui-

do por cuatro piezas: el preesfenoides, el basiesfenoides y dos conchas esfenoidales (cornetes de Bertin).

A. **Preesfenoides:** se origina a partir de cuatro puntos de osificación, dos para la parte anterior del cuerpo y dos para las alas menores.
B. **Basiesfenoides:** ocho puntos de osificación lo originan: dos para la parte posterior del cuerpo; otros dos, uno a cada lado, las alas mayores y las láminas laterales de las apófisis (procesos) pterigoides, las láminas mediales de las apófisis (procesos) pterigoides tienen su origen cada una por un centro; por último, los canales carotídeos se desarrollan por otros dos centros.
C. **Conchas esfenoidales:** se originan de dos centros anteriores; posteriormente, se sueldan a la parte anteroinferior del cuerpo. Algunos autores adicionan las conchas esfenoidales [cornetes de Bertin] al hueso etmoides.

La fusión entre el preesfenoides y el basiesfenoides queda incompleta en la parte inferior del hueso, donde persiste un verdadero cartílago de conjunción. Atrás, el basiesfenoides permanece durante un tiempo separado del basioccipital por un cartílago de crecimiento.

HUESO ETMOIDES

Hueso único, mediano, simétrico, se halla situado por delante del esfenoides y por detrás de la escotadura etmoidal del hueso frontal. Contribuye a la formación de las cavidades orbitarias y nasales.

Posición

Colocar hacia arriba y horizontalmente la cara del hueso perforada por numerosos orificios; hacia adelante, la eminencia triangular de esta cara.

Descripción

El etmoides está constituido por una **lámina perpendicular** [vertical] situada en la línea media, una **lámina cribosa** [horizontal] que corta a la precedente en un punto vecino a su extremo superior y los **laberintos etmoidales** [masas laterales], que se desprenden de los extremos de la lámina cribosa (**fig. 9-20**).

A. **Lámina perpendicular:** la implantación de la lámina cribosa permite distinguir una parte superior intracraneal, la **crista galli**, y otra subyacente que participa en la constitución del tabique nasal óseo, la **lámina perpendicular** propiamente dicha (**fig. 9-23**).
   - **Crista galli:** triangular y vertical, se origina en el borde posterior del etmoides por medio de una cresta que se eleva hacia adelante y arriba, donde se inserta la hoz del cerebro. El borde anterior de la crista galli presenta una escotadura media, limitada a los lados por las alas de la crista galli que, articulándose con el frontal, determinan un conducto, el **foramen ciego**, por el que pasa una prolongación de la duramadre y, a veces, una vena frontoetmoidal.
   - **Lámina perpendicular:** delgada y de forma cuadrilátera, presenta: un **borde superior**, que corresponde a la base de la crista galli; un **borde inferior** espeso y rugoso en el que se ve un esbozo de bifurcación, donde se aloja la porción cartilaginosa del tabique nasal; un **borde anterior**, que continúa hacia abajo el borde anterior de la crista galli y corresponde adelante a la espina nasal del frontal, y un **borde posterior**, que en su parte superior está bifurcado para recibir a la cresta esfenoidal y en su mitad inferior, más delgada, corresponde al vómer. En las caras laterales de la lámina, se observan algunos surcos y canales, más o menos aparentes, que convergen en los forámenes de la lámina cribosa y contienen los nervios olfatorios.
B. **Lámina cribosa:** rectangular, alargada de adelante hacia atrás, se articula con la escotadura etmoidal del frontal en los bordes laterales de esta escotadura. La presencia de la crista galli divide esta superficie en dos porciones anteroposteriores, los **surcos olfatorios**, perforados por numerosos orificios. Sobre la lámina cribosa yacen los giros rectos y los bulbos olfatorios. Por estos orificios pasan los nervios olfatorios, el nervio etmoidal anterior y la arteria etmoidal anterior (**fig. 9-21**). La **cara inferior** de la lámina cribosa forma, a ambos lados de la lámina perpendicular, parte de la pared superior de las cavidades nasales.
C. **Laberintos etmoidales:** de los bordes laterales de la lámina cribosa se proyectan hacia abajo los laberintos etmoidales, cuboideos, aplastados en sentido lateromedial, interpuestos

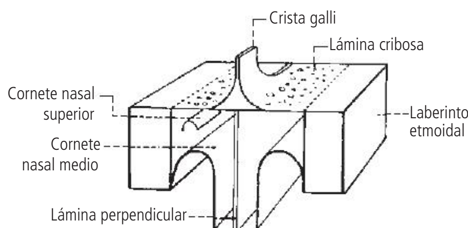


Fig. 9-20. Etmoides, vista anterolateral izquierda. Esquema según Gardner.

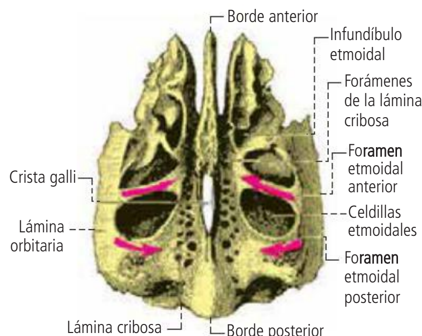


Fig. 9-21. Etmoides, vista superior.

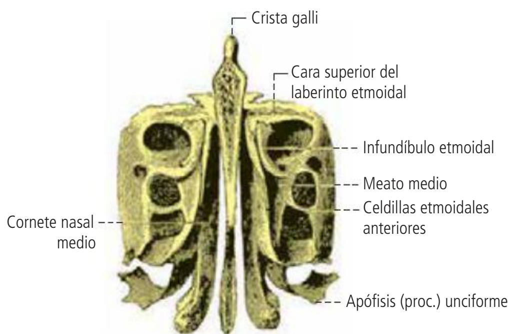


Fig. 9-22. Etmoides, vista anterior.

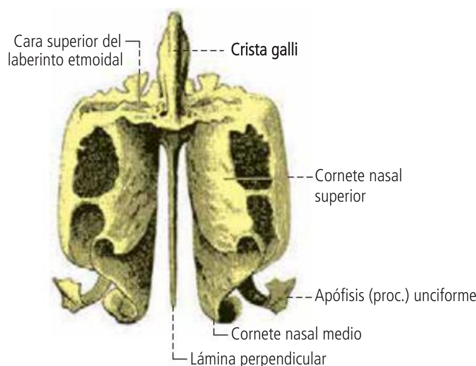


Fig. 9-23. Etmoides, vista posterior.

entre la cavidad nasal medialmente y la cavidad orbitaria lateralmente (**figs. 9-22** a **9-24**). Presentan seis caras:

- **Cara superior** (**fig. 9-21**): contiene hemiceldillas irregulares que completan las de la escotadura etmoidal del frontal: se constituyen así las **celdillas etmoidales medias**. Tiene además dos surcos que en un cráneo articulado se transforman en los forámenes **etmoidales anterior** y **posterior**.
- **Cara anterior** (**fig. 9-22**): inclinada en sentido lateroposterior, se articula con el hueso lagrimal. Posee cavidades o hemiceldillas que en un cráneo articulado se completan formando las **celdillas etmoidales anteriores**. Más abajo, el borde anterior del cornete nasal medio se proyecta en las cavidades nasales.
- **Cara posterior** (**fig. 9-23**): una incisura, el **meato nasal superior**, separa los dos cornetes etmoidales; por arriba y lateralmente, hemiceldillas abiertas hacia atrás completan el cuerpo del esfenoides y forman las **celdillas etmoidales posteriores**. Se articula con la apófisis orbitaria del palatino.
- **Cara inferior** (**fig. 9-24**): irregular de medial a lateral; se observan: el borde inferior del **cornete nasal medio**, el **meato nasal medio**, su articulación con el hueso maxilar y, por último, una lámina ósea delgada orientada hacia atrás: la **apófisis (proceso) unciforme**, que se dirige hacia atrás y abajo en el **meato nasal medio**. Su extremo inferior desciende más abajo que el borde inferior del cornete nasal medio, pasando por delante del hiato maxilar. La **apófisis (proceso) unciforme** termina por medio de una laminilla que contacta con la apófisis (proceso) etmoidal, que se eleva desde el **cornete nasal inferior** subdividiendo el hiato maxilar. Por detrás de la apófisis (proceso) unciforme existe una elevación redondeada, que corresponde a celdillas etmoidales medias, la **bulla etmoidal**.
- **Cara lateral:** plana y lisa, corresponde a la pared medial de la **cavidad orbitaria**. Está formada por una lámina delgada, la **lámina orbitaria** [papirácea]. Se articula arriba con el frontal, abajo con el maxilar, adelante con el lagrimal, atrás con el esfenoides y a nivel de su ángulo posteroinferior, con la apófisis orbitaria del palatino.
- **Cara medial:** forma los 2/3 superiores de las cavidades nasales. Se observan dos láminas arrolladas: los **cornetes nasales superior** y **medio**, y numerosos orificios que conducen a las celdillas etmoidales. El espacio comprendido entre los cornetes nasales superior y medio es el **meato nasal superior**; por debajo del cornete nasal medio se encuentra el **meato medio**. En la pared lateral del meato medio están la apófisis (proceso) unciforme y la bulla etmoidal, y entre ellas hay un espacio: el **hiato semilunar**. Ambos cornetes nasales se fijan en el laberinto etmoidal por su borde superior; el borde inferior es libre en las cavidades nasales; la cara lateral es cóncava y la medial, convexa. El borde fijo del cornete nasal medio se prolonga más allá y se articula con la **cresta etmoidal** [cresta turbinal superior] del palatino. Por arriba del cornete nasal superior, en ocasiones, se observan dos pequeños cornetes: el **cornete supremo** [de Santorini], más constante y mayor que el de Zuckerkandl.

Estructura

Está formado por láminas delgadas de tejido óseo compacto que, en el laberinto etmoidal, circunscriben las celdillas etmoidales. El desarrollo de estas celdillas puede dar a los laberintos et-

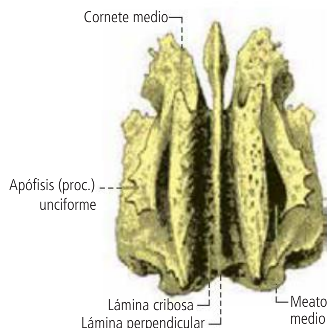


Fig. 9-24. Etmoides, vista inferior.

moidales un tamaño que repercute en la forma de las cavidades nasales. Las celdillas se encuentran tapizadas por mucosa nasal. En la crista galli puede observarse tejido esponjoso.

Anatomía de superficie

El etmoides escapa a la exploración directa, excepto a nivel de los cornetes superior y medio, los que hacen relieve en las cavidades nasales.

Desarrollo

El etmoides presenta cuatro puntos de osificación:

A. Dos **laterales**, para los laberintos etmoidales, a partir de los cuales emergen trabéculas óseas que van a circunscribir las celdillas etmoidales, desarrollándose los cornetes nasales.
B. Dos **mediales**, mucho más tardíos (en el momento del nacimiento), que invaden poco a poco la membrana fibrosa que une los laberintos etmoidales; se los encuentra en el origen de la crista galli, de la lámina cribosa y de la lámina perpendicular.

Completamente osificado alrededor del 5.° o 6.° año, el etmoides permanece mucho tiempo separado del vómer por una lámina cartilaginosa (40-45 años).

HUESOS SUTURALES

El cráneo presenta, a veces, pequeños huesos supernumerarios llamados **huesos suturales** [wormianos].

Se distinguen:

A. **Los verdaderos huesos suturales**, cuando derivan de uno o de varios puntos de osificación complementarios; son piezas supernumerarias desarrolladas en el borde de los huesos del cráneo.
B. **Los falsos huesos suturales** resultan de puntos de osificación que, en lugar de soldarse a los huesos que deben generar, permanecen independientes. Se distinguen:
   - **Huesos suturales:** el hueso sagital, entre los dos parietales; los huesos desarrollados en las suturas lambdoidea, coronal, esfenoparietal y occipitomastoidea.
   - **Huesos fontanelares:** es posible encontrarlos en todas las fontanelas normales o anormales de la calvaria del cráneo. Se los denomina según la fontanela que los aloja: hueso bregmático, lambdoideo.
   - **Huesos insulares:** intracraneales, encastrados en la tabla interna de determinados huesos, lejos de las suturas y de las fontanelas.

Véanse **Casos clínicos:** *Fractura del hueso temporal y Hematoma extradural*

10 Huesos de la cara

El macizo óseo de la cara se halla situado en la parte anterior e inferior de la cabeza. Está dividido en dos porciones llamadas esqueleto facial o viscerocráneo y mandíbula. El macizo facial está compuesto por 13 huesos agrupados en torno de un elemento principal: el **maxilar**. De estos 13 huesos, uno es único y medio: el **vómer**, situado en el interior de las cavidades nasales. Los otros huesos son pares y dispuestos en forma simétrica a los lados del plano mediano: el **maxilar**, el **cigomático**, el **cornete nasal inferior**, el **nasal** y el **palatino**. Un solo hueso constituye la parte inferior: la **mandíbula**, unido por una articulación móvil a la base del cráneo.

En tanto que las piezas que forman el esqueleto facial están soldadas entre sí, la **mandíbula** es móvil y participa en forma activa en la masticación.

MAXILAR [MAXILAR SUPERIOR]

Es un hueso par que participa en la constitución de la órbita, la bóveda palatina, las cavidades nasales y la fosa infratemporal. Constituye la pieza principal del esqueleto facial.

Una apófisis (proceso) palatina une al maxilar de un lado, con su homónimo opuesto, formando parte del paladar óseo [bóveda palatina]. Los maxilares así reunidos presentan un contorno inferior en forma de arco, donde se ubican los alvéolos, para los dientes superiores.

Posición

Colocar hacia abajo y en sentido horizontal el borde en el cual se fijan los dientes; medialmente, la apófisis (proceso) palatina; hacia atrás, el extremo más grueso del maxilar.

Descripción

Se describen dos vistas, cuatro bordes y cuatro ángulos.

A. Vista medial: de la unión de su 1/4 inferior con los 3/4 superiores se destaca una saliente horizontal, cuadrangular: la **apófisis (proceso) palatina** (fig. 10-1). Presenta una cara **superior** lisa, que forma el piso de la cavidad nasal, y una cara **inferior** rugosa, que constituye gran parte del paladar óseo. Su borde **lateral** es su borde de implantación en el maxilar; el borde **medial** se adelgaza hacia atrás y en toda su extensión se une al del lado opuesto, formando sobre la cara nasal una saliente: la **cresta nasal**; hacia **adelante** termina en una prolongación que constituye una semiespina que se articula con el otro maxilar: la **espina nasal anterior**, por detrás de la cual se observa un canal que, con el del otro maxilar, forma el **conducto incisivo** [palatino anterior], por donde pasan el nervio y la arteria nasopalatinos. El borde anterior de la **apófisis (proceso) palatina** forma parte del orificio anterior de las cavidades nasales; el borde **posterior** se articula con la lámina horizontal del hueso **palatino**. La apófisis (proceso) palatina divide esta vista en dos:

- La **porción suprapalatina**: está centrada en el **hiato maxilar**; este es amplio en el hueso seco, pero más reducido en el cráneo articulado a causa de la presencia de las masas laterales del etmoides, del cornete nasal inferior, del lagrimal y de una parte del palatino. Por delante del hiato, existe un canal vertical, el **surco lagrimal**, que se dirige en sentido oblicuo hacia abajo y atrás, hacia el piso de las cavidades nasales. Este surco está limitado, por delante, por la **apófisis (proceso) frontal** del maxilar, que presenta en su base la **cresta de la concha** [cresta turbinal], donde se articula el **cornete nasal inferior**; por encima de esta cresta existe otra más pronunciada, la **cresta etmoidal**, donde se articulan el **cornete nasal medio** y el etmoides;
- La **porción infrapalatina**: participa en la formación del paladar óseo. Sus numerosas irregularidades denotan la sólida inserción en su superficie de la mucosa oral.

B. Vista lateral: en su parte anterior, encima de la implantación de los incisivos, se observa una depresión: la **fosa canina**, limitada por detrás por una saliente, la eminencia canina (fg. 10-2). Por detrás y encima de esta eminencia, se destaca la apófisis (proceso) cigomática, que se une por su base al resto del hueso; su vértice truncado se articula con el hueso cigomático. En la apófisis (proceso) cigomática se describen:

- **Cara orbitaria** [superior]: plana, forma parte de la pared inferior de la cavidad orbitaria; está separada del ala mayor del esfenoides por la fisura orbitaria inferior. Un canal aloja al nervio maxilar: el **conducto (canal) infraorbitario**, que continúa en esta pared como surco infraorbitario.
- **Cara anterior:** presenta el **foramen (canal) infraorbitario**, terminación del conducto precedente, por donde emerge el nervio infraorbitario. Debajo de este foramen

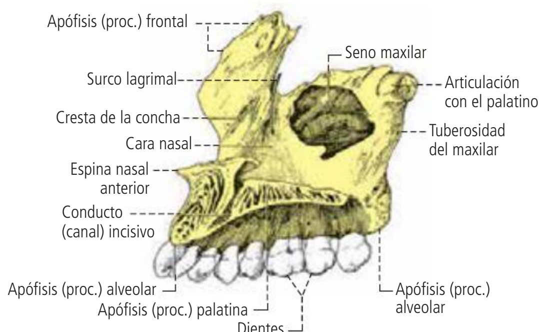


Fig. 10-1. Maxilar derecho, vista medial.

hay una depresión: la **fosa canina**. De la parte inferior del conducto (canal) infraorbitario, en el espesor del hueso, se originan conductos que terminan en los alvéolos del canino e incisivos: los canalículos dentarios anteriores.

- **Cara infratemporal:** convexa, corresponde medialmente a la **tuberosidad del maxilar**, y lateralmente, a la **fosa infratemporal**. Presenta **forámenes alveolares** [dentarios posteriores] destinados a los nervios del mismo nombre y a las arterias alveolares para los molares.
- **Borde inferior:** cóncavo hacia abajo, es grueso y convexo en sentido anteroposterior.
- **Borde anterior:** forma la parte media e inferior del borde orbitario.
- **Borde posterior:** contribuye a delimitar la fisura orbitaria inferior.

C. **Borde anterior:** emerge por debajo de la espina nasal anterior. Se ensancha a nivel de la **escotadura nasal** y termina continuándose en el borde anterior de la apófisis (proceso) frontal.

D. **Borde posterior:** redondeado, constituye la tuberosidad del maxilar. Esta forma la parte anterior de la fosa infratemporal y se articula, hacia abajo, con el hueso palatino, del cual está separado por el conducto (canal) palatino mayor.

E. **Borde infraorbitario:** limita medialmente la pared inferior de la órbita. Se articula de adelante hacia atrás con el hueso lagrimal, el etmoides y el palatino.

F. **Borde inferior:** está excavado por los alvéolos dentarios. Simples en la parte anterior, los alvéolos están divididos a nivel de los grandes molares en dos, tres o cuatro fositas secundarias para cada una de las raíces de un mismo diente.

G. **Ángulos:** se describen cuatro ángulos, dos superiores y dos inferiores. En el ángulo anterosuperior se destaca la **apófisis (proceso) frontal**, vertical y algo oblicua hacia atrás. Aplanada en sentido transversal, su base ensanchada se confunde con el cuerpo del hueso; su vértice se articula con la porción nasal; la cara medial forma parte de la pared lateral de las cavidades nasales; la cara lateral, lisa y cuadrilátera, presenta la cresta lagrimal anterior del maxilar, delante de la cual se inserta el músculo elevador del ala de la nariz y del labio superior; por detrás de la cresta, el surco lagrimal. El borde anterior de la apófisis (proceso) frontal se articula con los huesos nasales; el posterior, con el hueso lagrimal. Los otros ángulos del hueso no presentan accidentes dignos de interés.

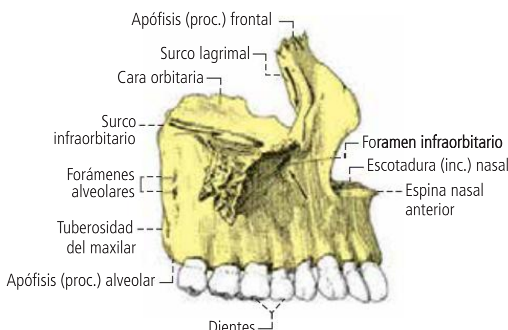


Fig. 10-2. Maxilar derecho, vista lateral.

Estructura

El maxilar está formado por hueso compacto con pequeños islotes de tejido esponjoso en la base de la apófisis (proceso) frontal, sobre todo en el borde alveolar. El centro del hueso presenta una cavidad de forma piramidal que corresponde al seno maxilar (véase **Cavidades nasales**).

Anatomía de superficie

Situado en la parte anterior de la cara, el maxilar es un hueso superficial. El borde anterior de la apófisis (proceso) frontal, sus caras y las que participan del borde orbitario son subcutáneas y están tapizadas por las partes blandas de la cara y de la mejilla.

La cara medial de la apófisis (proceso) frontal y la superior de la apófisis (proceso) palatina del maxilar se pueden explorar por vía nasal (rinoscopia).

El borde alveolar y la cara inferior de la apófisis (proceso) palatina pueden ser explorados a través de la cavidad oral.

Desarrollo

En el brote yugal del 1.er arco branquial, en el 2.º mes de vida intrauterina, aparecen dos zonas de osificación. Estas se sueldan a nivel de la sutura incisiva. El seno maxilar insufla el esbozo del hueso a partir del 6.º mes y alcanza su desarrollo después del nacimiento, debido a la respiración. La ausencia de la soldadura entre sí de las apófisis (procesos) palatinas de los dos maxilares genera la hendidura palatina, por la que se comunica la cavidad bucal con las cavidades nasales.

La ausencia de la fusión de la sutura incisiva es la causa de fisura palatina que puede acompañarse de fisura labial (labio leporino).

HUESO CIGOMÁTICO [MALAR]

El hueso cigomático es un sólido arbotante situado entre el maxilar y el frontal, el ala mayor del esfenoides y la apófisis (proceso) cigomática del hueso temporal.

Posición

Colocar lateralmente la cara lisa y convexa del hueso; hacia adelante, la superficie en forma de semiluna: el borde orbitario; hacia abajo y horizontal, la parte más estrecha del hueso.

Descripción

El cigomático forma el esqueleto del pómulo, de forma cuadrangular; en él se describen:

A. **Vista lateral:** lisa y convexa, sirve de inserción a los músculos maseteros y cigomáticos; presenta la terminación del **foramen cigomaticofacial** (**fig. 10-3**). Su parte superior está cubierta por el músculo orbicular de los párpados.

B. **Vista medial:** es cóncava, forma parte de las fosas: temporal e infratemporal; da inserción a parte de las fibras inferiores del músculo temporal (**fig. 10-4**). Se prolonga hacia adelante, en una superficie triangular dentada que forma parte del ángulo anterior del hueso; hacia arriba, se destaca la **apófisis (proceso) frontal** del cigomático; se articula por arriba con el frontal; medialmente, con el ala mayor del esfenoides y por

abajo, con el maxilar; presenta el **foramen cigomático-orbitario**. Una superficie rugosa y triangular lo articula con el vértice truncado de la pirámide del maxilar.

C. Borde anterosuperior: cóncavo, forma el borde lateral y parte del inferior de la órbita; se continúa con el borde de la apófisis (proceso) cigomática y con la apófisis (proceso) frontal del maxilar.

D. Borde posterosuperior: presenta una parte horizontal, que se continúa con el borde superior de la apófisis (proceso) cigomática, y otra vertical, en forma de S alargada. En él se inserta la fascia temporal.

E. Borde anteroinferior: dentado, casi recto, limita la superficie de articulación con el maxilar.

F. Borde posteroinferior: rectilíneo, grueso y rugoso.

G. Ángulos: se articulan: el superior, con el frontal; el inferior, con la apófisis (proceso) cigomática; el anterior, agudo, con el borde inferior de la órbita; llega por encima del foramen infraorbitario; el posterior se articula con la apófisis (proceso) cigomática.

Estructura

Constituido por tejido compacto, en él puede observarse tejido esponjoso. El hueso se encuentra atravesado por un canal [conducto] en forma de Y que en la cara superior del proceso frontal, en el interior del hueso, se divide en dos; uno termina en la cara lateral del hueso y otro en la medial. Este conducto es recorrido por la rama orbitaria del nervio maxilar.

Anatomía de superficie

Superficial, es el hueso del pómulo. A pesar de ser sólido, está expuesto a las fracturas por choque directo.

Desarrollo

Se origina a partir de 3 puntos de osificación que aparecen al 2.º mes y se sueldan en el 5.º de la vida intrauterina. Uno origina la porción cigomática; los otros dos, la orbitaria.

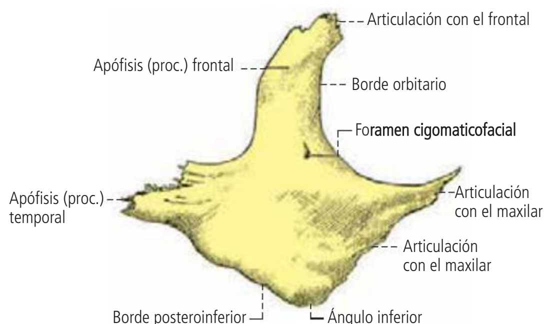


Fig. 10-3. Hueso cigomático derecho, vista lateral.

HUESO NASAL [PROPIO DE LA NARIZ]

Los huesos nasales son dos pequeñas láminas unidas en la línea mediana. Están situados entre las apófisis (procesos) frontales del maxilar, en la sutura frontonasal.

Posición

Lateralmente, su cara convexa; hacia abajo, el borde que presenta una incisura; hacia adelante, el borde vertical, más grueso.

Descripción

A. Vista superficial: presenta una cara subcutánea, convexa transversalmente, cóncava de arriba hacia abajo en su parte superior (**fig. 10-5**). En su parte inferior es convexa; en esta cara se inserta el músculo prócer.

B. Vista profunda: cara profunda o nasal. Forma la parte anterior de la bóveda de las cavidades nasales.

C. Borde superior: dentado y grueso, se articula con el frontal y su espina nasal.

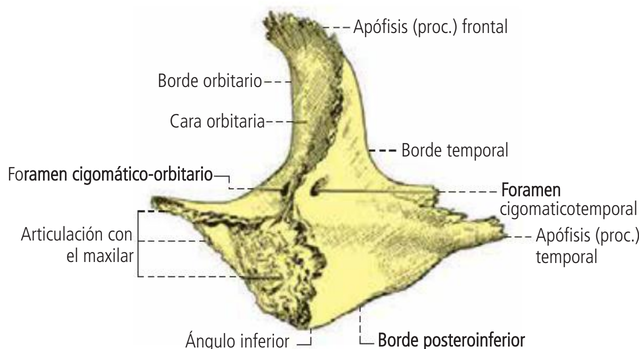


Fig. 10-4. Hueso cigomático derecho, vista medial.

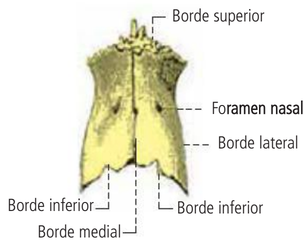


Fig. 10-5. Huesos nasales, vista anterior.

D. **Borde inferior:** delgado, se une al cartílago de la nariz.
E. **Borde anterior:** grueso y rugoso, se articula con la espina nasal del frontal, con la lámina perpendicular del etmoides y con el hueso nasal opuesto.
F. **Borde lateral:** se articula con la apófisis (proceso) frontal del maxilar.

Anatomía de superficie

Huesos superficiales, palpables por su cara superficial, sólidos y resistentes; se encuentran expuestos a traumatismos y fracturas.

Estructura

Están constituidos por tejido compacto y atravesados por un canal vascular (foramen nasal).

Desarrollo

Cada uno de ellos presenta un punto de osificación que aparece a mediados del 3.er mes de la vida intrauterina.

HUESO LAGRIMAL [UNGUIS]

Hueso par, situado en la cara medial de cada cavidad orbitaria, entre el frontal, el etmoides y el maxilar; es una lámina ósea, delgada e irregular.

Descripción

Presenta dos caras y cuatro bordes (**fig. 10-6**).

A. **Cara lateral:** en ella se observa una cresta vertical: la **cresta lagrimal posterior**, que termina abajo por medio de una apófisis (proceso) en forma de gancho: **gancho lagrimal** (hamulus), que forma parte del orificio superior del conducto lagrimonasal. Esta cara está dividida en dos porciones por la cresta: la posterior, plana, se continúa con la lámina orbitaria del etmoides; la anterior contribuye a formar el conducto (canal) nasolagrimal.
B. **Cara medial:** presenta un canal vertical que se corresponde con la cresta de la cara lateral; en la parte posterior se articula con el etmoides, completando las celdillas etmoidolagrimales. La parte anterior, rugosa, contribuye a formar la pared lateral de las cavidades nasales.
C. **Borde superior:** se articula con el borde nasal del frontal.
D. **Borde inferior:** contribuye a formar el conducto (canal) nasolagrimal.
E. **Borde anterior:** se articula con la apófisis (proceso) frontal del maxilar.
F. **Borde posterior:** se articula con la lámina orbitaria del etmoides.

Estructura

Está formado en su totalidad por tejido compacto.

Desarrollo

Se efectúa a partir de un solo punto que aparece en el 3.er mes de la vida intrauterina.

HUESO PALATINO

Hueso par y profundo, contribuye a formar la bóveda palatina, la cavidad nasal, la órbita y la fosa pterigopalatina.

Posición

Colocar hacia abajo y horizontalmente la lámina horizontal (de forma cuadrangular); hacia atrás, el borde cóncavo de esta lámina; y medialmente, el borde más grueso y libre de la lámina horizontal.

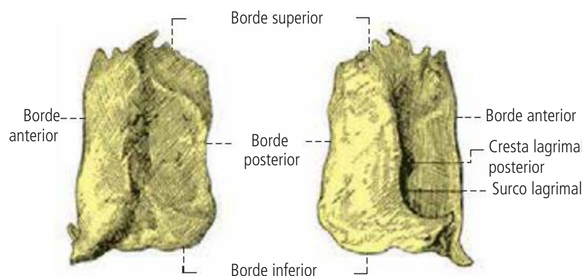


Fig. 10-6. Hueso lagrimal, cara medial (a la izquierda) y cara lateral (a la derecha).

Descripción

Está formado por una **lámina horizontal**, que constituye la parte posterior del paladar óseo, y una **lámina perpendicular** (vertical) que se une a la precedente en ángulo recto.

El palatino presenta tres apófisis (procesos): una inferior, la **apófisis (proceso) piramidal**, que se dirige hacia el espacio que queda entre las dos alas de la apófisis (proceso) pterigoides. Las otras dos, situadas en el borde superior del hueso, están separadas por una escotadura: hacia adelante y arriba, la **apófisis (proceso) orbitaria**; hacia atrás y medial, la **apófisis (proceso) esfenoidal**.

A. Lámina horizontal: cuadrilátera, presenta dos caras y cuatro bordes (**fig. 10-7**):
- **Cara nasal:** es superior, cóncava transversalmente, forma parte del piso de la cavidad nasal.
- **Cara palatina:** es inferior, rugosa, contribuye a formar la bóveda del paladar óseo.
- **Borde medial:** se une a su homólogo del lado opuesto y presenta por arriba la **cresta nasal**, donde se articula el vómer.
- **Borde lateral:** se continúa con la lámina perpendicular.
- **Borde anterior:** es delgado y rugoso; se articula con el borde posterior de la apófisis (proceso) palatina del maxilar.
- **Borde posterior:** sirve de inserción al paladar blando. El ángulo posteromedial, al unirse con el homólogo opuesto, forma la **espina nasal posterior**.

B. Lámina perpendicular: larga, delgada y vertical, presenta dos caras y cuatro bordes (**fig. 10-8**):
- **Cara maxilar:** se describen tres zonas: a) anterior, rugosa, se articula con la tuberosidad del maxilar, formando el **surco palatino mayor**; b) posterior, rugosa, se articula con la apófisis (proceso) pterigoides; c) entre ambas zonas existe una superficie lisa, no articular, que en el cráneo completo forma la pared medial de la **fosa pterigopalatina**.
- **Cara nasal:** presenta dos crestas de dirección anteroposterior: la **cresta etmoidal**, que se articula con el cornete nasal medio y la **cresta de la concha** [cresta turbinal], que lo hace con el cornete inferior. Ambas crestas limitan una superficie lisa: la pared lateral del meato medio; la superficie que se halla por debajo de la cresta de la concha, forma la pared del meato inferior.
- **Borde anterior:** delgado, que se superpone a la tuberosidad del maxilar. Partiendo del borde anterior, se ve una lámina que se dirige hacia adelante y contribuye a cerrar la parte posterior del hiato maxilar.
- **Borde posterior:** es delgado y se articula con la apófisis (proceso) pterigoides.
- **Borde inferior:** está unido al borde lateral de la lámina horizontal; de esta unión emerge hacia abajo y atrás una saliente ósea, la **apófisis (proceso) piramidal** del palatino. En la parte anterior del borde inferior se abren los **conductos palatinos menores**.
- **Borde superior:** presenta en su parte media la **escotadura (incisura) esfenopalatina**, limitada adelante por la **apófisis (proceso) orbitaria** y atrás por la **apófisis (proceso) esfenoidal**. El cuerpo del esfenoides cierra la escotadura (incisura) esfenopalatina y así se forma el **foramen esfenopalatino**, que da paso al nervio y a los vasos esfenopalatinos y comunica la fosa pterigopalatina con la cavidad nasal.

C. Apófisis (proceso) piramidal: se ubica en el espacio que queda en la parte inferior del borde anterior de la apófisis (proceso) pterigoides.

D. Apófisis (proceso) orbitaria: está unida al resto del hueso por un istmo óseo estrecho, cuya cara medial presenta la cresta etmoidal. La cara lateral de la apófisis (proceso) tiene dos superficies: la anterior, horizontal, constituye la parte posterior del piso de la órbita, mientras que la lateral contribuye a formar la fosa pterigopalatina. En la cara medial existen superficies articulares: la anterior para el maxilar, la posterior para el esfenoides y la intermedia para las masas laterales del hueso etmoides.

E. Apófisis (proceso) esfenoidal: más pequeña que la precedente, se dirige medialmente hacia atrás y arriba. Su cara superolateral se aplica contra la base de la apófisis (proceso)

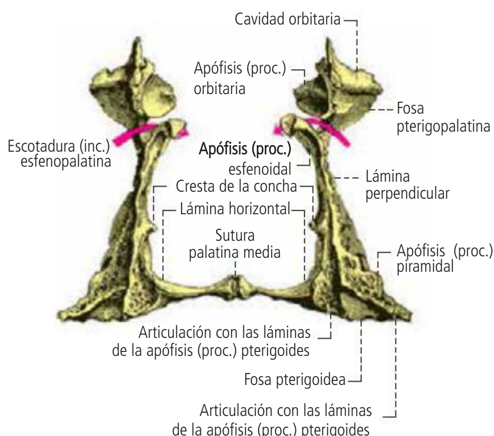


Fig. 10-7. Los dos huesos palatinos en posición normal, vista posterior.



Fig. 10-8. Hueso palatino, vista medial.

pterigoides, formando la parte superior del **surco palatino mayor**, para los vasos y nervios del mismo nombre. Su cara inferior contribuye a formar el techo de la cavidad nasal.

Estructura

Principalmente formada por hueso compacto, se encuentra hueso esponjoso en la base de la apófisis (proceso) piramidal.

Anatomía de superficie

Situado profundamente, pertenece por su cara medial a la cavidad nasal, explorable por rinoscopia directa, a nivel de los meatos inferior y medio. Por medio de la rinoscopia posterior se observa el borde posterior del hueso, donde se inserta el velo del paladar. Por vía oral se visualiza la parte posterior del paladar óseo tapizado por mucosa.

Desarrollo

Se produce a expensas de dos centros primitivos que aparecen al mes y medio de la vida intrauterina: uno origina la apófisis (proceso) piramidal y la lámina perpendicular, y el otro, el resto del hueso. Aparecen dos centros complementarios, uno para la apófisis (proceso) orbitaria y otro para la esfenoidal.

CORNETE NASAL INFERIOR [CONCHA NASAL INFERIOR]

Lámina ósea alargada horizontalmente, arrollada alrededor de su eje longitudinal, se adhiere a la pared lateral de la cavidad nasal por su borde superior.

Posición

Colocar medialmente la cara convexa; el borde erizado de salientes hacia arriba; el extremo más afinado hacia atrás.

Descripción

De contorno ligeramente romboidal, presenta (**fig. 10-9**):

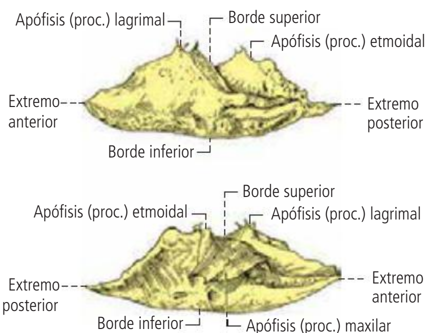


Fig. 10-9. Cornete nasal inferior derecho. Vista medial (arriba) y vista lateral (abajo).

A. Cara medial: convexa, orientada hacia el tabique nasal, en su mitad superior es más o menos lisa, y en la inferior, presenta rugosidades y surcos vasculares.

B. Cara lateral: cóncava, forma la pared medial del **meato inferior**. Este meato se encuentra entre el cornete y la pared lateral de la cavidad nasal.

C. Borde superior: se articula con las caras nasales del maxilar y de la lámina perpendicular del palatino. En su parte anterior, una saliente cuadrangular, la **apófisis (proceso) lagrimal**, se articula con el hueso lagrimal y con los bordes del surco lagrimal del maxilar. Por detrás se encuentra una lámina ancha dirigida hacia abajo: la **apófisis (proceso) maxilar**, que se articula con el borde inferior del hiato maxilar, reduciéndolo. Más hacia atrás, una pequeña lámina se articula con la apófisis (proceso) unciforme del etmoides: la **apófisis (proceso) etmoidal**.

D. Borde inferior: libre, se encuentra en la cavidad nasal.

E. Extremos: el extremo anterior está en contacto con el maxilar y el extremo posterior con el palatino. Ambos extremos se articulan en las crestas de la concha [turbinales] de ambos huesos.

Estructura

Este hueso está compuesto por hueso compacto y delgado, y se halla enteramente tapizado por la mucosa nasal.

Anatomía de superficie

Es explorable por medio de rinoscopia anterior; se encuentra tapizado totalmente por mucosa.

Desarrollo

Se efectúa a partir de un punto de osificación que aparece hacia el 4.º o 5.º mes después del nacimiento.

VÓMER

Es una lámina ósea vertical y media, extendida desde la cara inferior del cuerpo del esfenoides hasta la sutura palatina media. Forma la parte posterior del tabique de las cavidades nasales.

Posición

Ubicar hacia arriba y atrás el borde que presenta dos prolongaciones laterales; hacia abajo, el borde más extenso.

Descripción

El vómer forma el **tabique nasal óseo**, junto con la lámina perpendicular del etmoides (**fig. 10-10**). Se distinguen dos caras y cuatro bordes.

A. Caras: ubicadas lateralmente, son planas y verticales; con frecuencia se encuentran desviadas, y se vuelven convexas o cóncavas. Presentan surcos vasculares y nerviosos, entre los que se destaca uno, el **surco vomeriano**, dirigido hacia adelante y abajo, que aloja al nervio nasopalatino.

B. Borde superior: presenta las dos **alas del vómer**, abiertas en ángulo diedro, formando un surco orientado de adelante

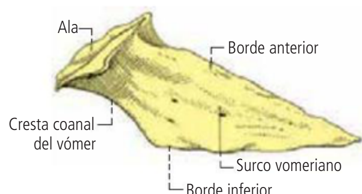


Fig. 10-10. Vómer, cara derecha.

hacia atrás y de arriba hacia abajo, que se articula con la **cresta esfenoidal**. Esta cresta no alcanza el fondo del surco, y se forma el **conducto (canal) vomerorrostral**, por el que pasa una arteriola que irriga el cuerpo del esfenoides y el tabique nasal.

C. **Borde inferior:** delgado, penetra entre las crestas nasales de las láminas horizontales de los huesos palatinos, a nivel de la **sutura palatina media** y más hacia adelante, entre las apófisis (procesos) palatinas de los maxilares.
D. **Borde anterior:** oblicuo hacia abajo y adelante, su parte superior se articula, en parte, con la **lámina perpendicular del etmoides**, y el resto, con el **cartílago del tabique nasal**.
E. **Borde posterior:** delgado y cortante, constituye el borde medial de la parte posterior de ambas cavidades nasales, separando ambas **coanas**.

Estructura

Está formado, en su totalidad, por hueso compacto. Es frágil y puede fracturarse y desplazarse hacia un lado, provocando desviaciones del tabique.

Anatomía de superficie

La rinoscopia permite estudiar, a través de las cavidades nasales, ambas caras del hueso cubiertas de mucosa.

Desarrollo

En una trama conjuntiva embrionaria, a partir del 3.er mes de vida intrauterina, se generan dos láminas que comienzan a soldarse desde abajo hacia arriba. Ambas láminas paralelas forman en su parte superior un surco; pueden apreciarse entre el 6.º y el 7.º mes de vida intrauterina.

MANDÍBULA [MAXILAR INFERIOR]

Hueso simétrico, impar y mediano, es un hueso móvil, situado en la parte inferior de la cara. Tiene un cuerpo de forma cóncava hacia atrás, semejante a una herradura, y sus extremos se dirigen verticalmente hacia arriba, formando con el cuerpo un ángulo casi recto.

Posición

Colocar hacia adelante la porción convexa del cuerpo en un plano horizontal y hacia arriba, el arco alveolar.

Descripción

Se describen el cuerpo y las dos ramas.

Cuerpo

En él se distinguen dos caras y dos bordes:

A. **Cara externa:** en la región anterior, en la línea mediana, presenta una cresta vertical, resultado de la soldadura de ambas mitades del hueso: la **sínfisis mandibular** (**fig. 10-11**). Por debajo de esta se encuentra la **protuberancia mentoniana**. Lateralmente y hacia atrás, a la altura de la implantación del 2.º premolar, se halla el **foramen mentoniano**, por donde emergen el nervio y los vasos mentonianos. Casi a mitad de distancia entre el **arco alveolar** y el borde inferior de la mandíbula, a ambos lados de la protuberancia mentoniana, emerge la **línea oblicua**. En su comienzo sigue paralela a la base del hueso, para dirigirse luego hacia arriba y atrás; atraviesa en diagonal esta cara y se continúa con el borde anterior de la rama. En esta línea rugosa se insertan los músculos: depresor del labio inferior y depresor del ángulo de la boca. En el área comprendida por encima de la línea oblicua y por debajo del arco alveolar, se observan salientes verticales que corresponden a las **eminencias alveolares**; entre estas salientes existen surcos que corresponden a los **tabiques interalveolares**.
B. **Cara posterior:** hacia adelante presenta un surco vertical que corresponde a la **sínfisis mandibular** (**fig. 10-12**). En su parte inferior se observan salientes de inserción, las **espinas mentonianas** (geni), en número de cuatro: dos **superiores**, que dan inserción a los músculos genioglosos, y dos **inferiores**, donde se insertan los músculos geniohioideos. Próximo a la línea mediana se encuentra el origen de la **línea milohioidea**, que asciende en forma oblicua hacia atrás, pasando por debajo del último molar, hacia la cara medial de la rama. En esta línea se inserta el **músculo milohioideo**, y en su parte posterior, el **músculo constrictor superior de la faringe**. Esta línea milohioidea divide a esta cara en dos partes: una **superior** (oral), que presenta, a cada lado de las espinas mentonianas, la **fosita sublingual**. En ella se aloja el extremo anterior de la glándula sublingual. En la porción situada por **debajo** de la línea milohioidea se observa una depresión en la cual se aloja la glándula submandibular: la **fosita submandibular**. Existe, además, un surco subyacente a la línea milohioidea: el **surco milohioideo**, impreso por el nervio milohioideo.
C. **Borde superior:** es el **arco alveolar** y recibe a las raíces dentarias. Los alvéolos son simples adelante y más complejos hacia atrás, donde están formados por varias cavidades, separadas por los **tabiques interradiculares**, puentes óseos donde se insertan ligamentos dentarios.
D. **Borde inferior:** es redondeado. Cerca de la línea mediana se observa la **fosa digástrica**, en la cual se inserta el vientre anterior del músculo digástrico. Hacia atrás, este borde puede presentar una escotadura para el pasaje de la arteria facial.

Rama de la mandíbula

En número de dos, son cuadriláteras, dirigidas en sentido vertical, pero algo oblicuas de abajo hacia arriba y de adelante hacia atrás.

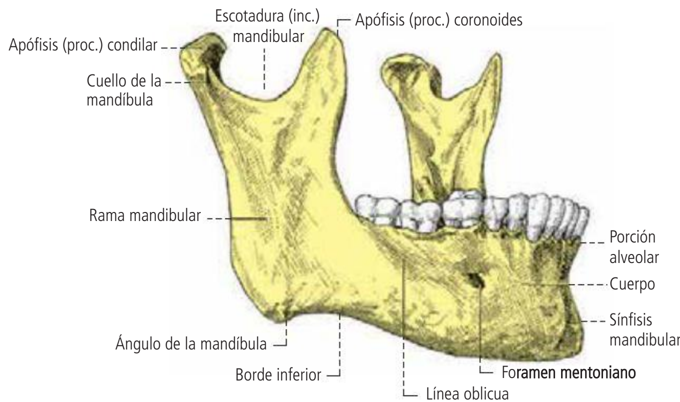


Fig. 10-11. Mandíbula, vista derecha.

A. **Cara lateral:** presenta rugosidades producidas por la inserción del músculo masetero, más acentuadas en el **ángulo de la mandíbula**, el que puede presentarse proyectado hacia afuera y arriba por la tracción del músculo mencionado.
B. **Cara medial:** en la parte media de esta cara se observa una saliente aguda: la **língula de la mandíbula** [espina de Spix] (**fig. 10-13**). Por detrás de esta língula se encuentra el **foramen mandibular**, por donde penetran el nervio y los vasos alveolares inferiores. De la parte posteroinferior de este foramen parte el **surco milohioideo**. Por detrás de este, en la proximidad del **ángulo de la mandíbula**, la presencia de rugosidades importantes denota la firmeza de las inserciones del **músculo pterigoideo medial**.

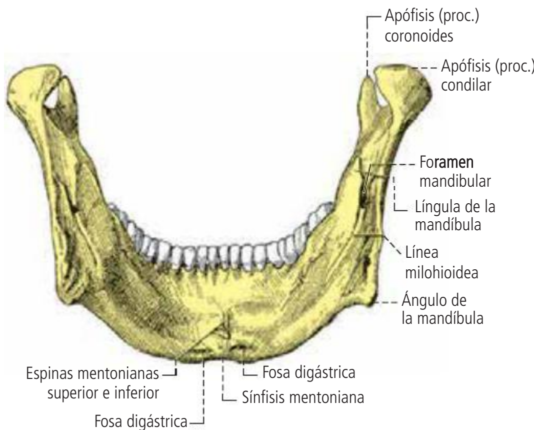


Fig. 10-12. Mandíbula, vista posterior.

C. **Borde anterior:** es oblicuo de arriba hacia abajo y de atrás hacia adelante. Agudo arriba, se ensancha cada vez más hacia abajo, formando una depresión entre sus bordes. La vertiente medial se dirige hacia el borde superior del cuerpo y la lateral se continúa con la línea oblicua.
D. **Borde posterior:** es liso y redondeado; corresponde a la glándula parótida.
E. **Borde superior:** presenta, de adelante hacia atrás, tres accidentes importantes: la **apófisis (proceso) coronoides**, que da inserción al músculo temporal; la **escotadura (incisura) mandibular**, cóncava hacia arriba, que establece una comunicación entre la región maseterina en sentido lateral y la fosa infratemporal en sentido medial, y la **apófisis (proceso) condilar**, eminencia articular achatada en sentido anteroposterior y proyectada medialmente en relación con el borde de la rama. En el extremo de esta última se encuentra el **cóndilo de la mandíbula**, que a su vez está unido a la rama de la mandíbula por el **cuello**, en el cual se inserta, medialmente, el músculo **pterigoideo lateral**.
F. **Borde inferior:** se continúa sin línea de demarcación con el borde inferior del cuerpo. Forma un ángulo muy marcado con el borde posterior; es el **ángulo de la mandíbula**, muy saliente, también llamado **gonión**.

Estructura

La mandíbula es un hueso extremadamente sólido, en especial a nivel de su cuerpo. El hueso compacto que lo forma es grueso y son necesarios traumatismos violentos para fracturarlo.

El borde superior del cuerpo está tapizado por una lámina bastante densa de hueso esponjoso que rodea a los alvéolos dentarios. El centro del cuerpo presenta el **conducto (canal) mandibular** [dentario], que posee un número de conductos secundarios, verticales, que desembocan en cada alvéolo. Este conducto mandibular se abre al exterior por medio del **foramen**

Esqueleto de la cabeza en general

11

El esqueleto del cráneo y de la cara protege al encéfalo y sus anexos, aloja los órganos de los sentidos, así como el comienzo de los sistemas respiratorio y digestivo.

Deben estudiarse distinguiendo tres porciones: la calvaria, la base del cráneo y el esqueleto facial.

CALVARIA [CALOTA]

Está limitada, abajo, por un plano que pasa por delante y algo por encima de los arcos superciliares, lateralmente por el arco cigomático, y termina hacia atrás en la protuberancia occipital externa.

Configuración externa

Fuertemente convexa, regular y lisa, en ella se observan (**fg. 11-1**):

- Atrás, la protuberancia occipital externa.
- Adelante, las eminencias frontales.
- Lateralmente, las eminencias parietales.
- En su parte media e inferior, al nivel de la fosa temporal, es plana.

La calvaria se encuentra perforada por algunos orificios destinados a las venas emisarias.

Los huesos que participan en la formación de la calvaria son: adelante, la escama del frontal; atrás, la escama del occipital; entre ambas, y a uno y otro lado, los dos parietales, la parte escamosa de los dos temporales y las alas mayores del esfenoides. Estos huesos se encuentran unidos: en la línea mediana por la sutura sagital; lateralmente, y de adelante hacia atrás, por la sutura coronal (entre frontal y parietal) y por la sutura lambdoidea (entre parietal y occipital). En el fondo de la fosa temporal se halla la reunión del ala mayor del esfenoides con el frontal, el parietal y la parte escamosa del temporal. El conjunto de estas suturas presenta la forma de una H.

Configuración interna

La superficie endocraneal de la calvaria presenta (**fig. 11-2**):

- En la línea mediana, y de adelante hacia atrás, la parte superior de la cresta frontal, donde se inserta la hoz del cerebro, y luego el surco del seno sagital superior, que se extiende desde la región frontal hasta la protuberancia occipital interna.
- Lateralmente, la calvaria presenta una serie de fosas que corresponden a las eminencias descritas en la cara externa. Se encuentran en ella las mismas líneas de sutura y las irregularidades que corresponden a las fositas granulares que alojan las granulaciones aracnoideas anexas al seno venoso sagital superior.

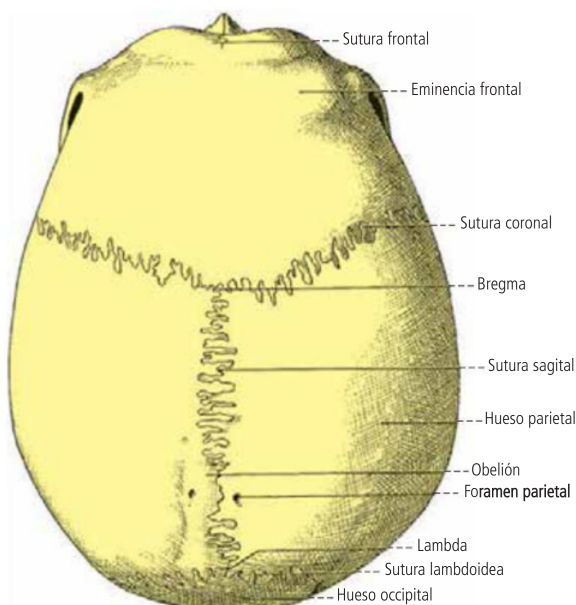


Fig. 11-1. **Calvaria, vista superior.**

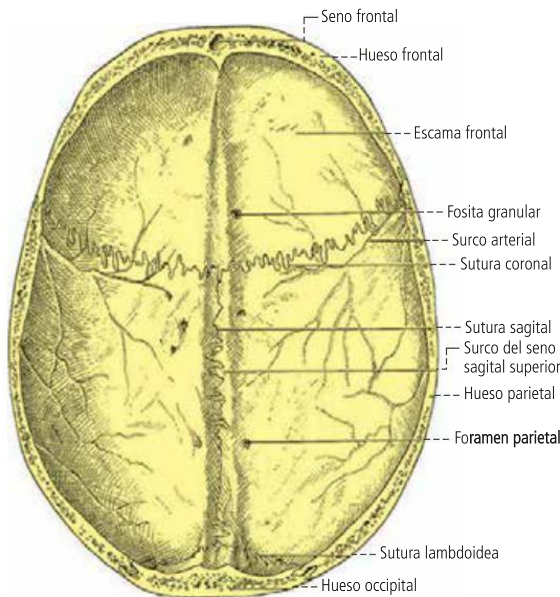


Fig. 11-2. Calvaria, vista inferior.

BASE DEL CRÁNEO

Presenta dos caras: la superficie externa, que es la cara de la base del cráneo sin relación con el encéfalo [exocráneo] y la superficie interna, cara de la base del cráneo en relación con el encéfalo [endocráneo]. La primera es profunda y oculta casi por completo, la segunda está en contacto con la base del encéfalo en el interior del cráneo.

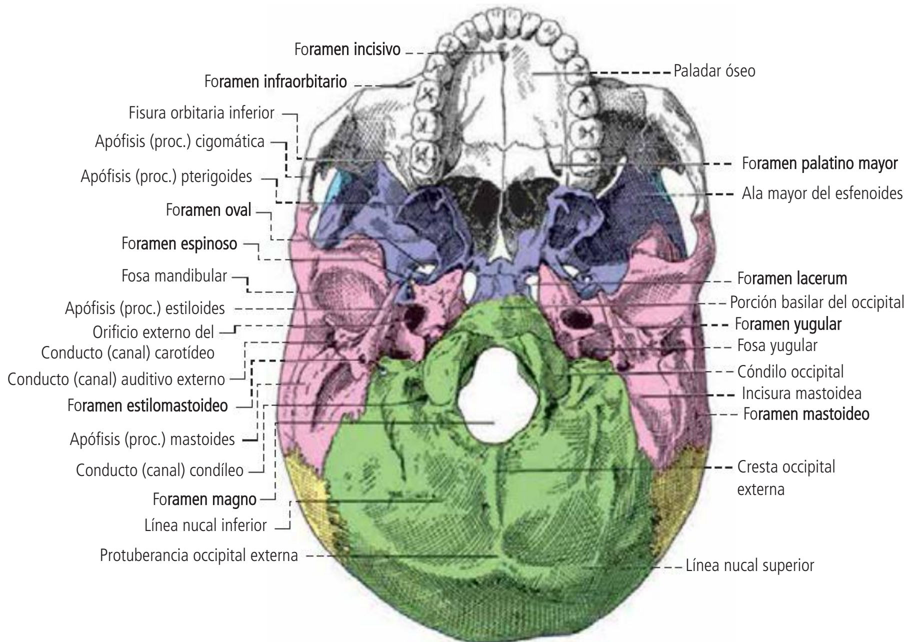


Fig. 11-3. Base del cráneo, cara externa. En amarillo, el parietal; en violeta, el esfenoides; en rosado, el temporal; en verde, el occipital.

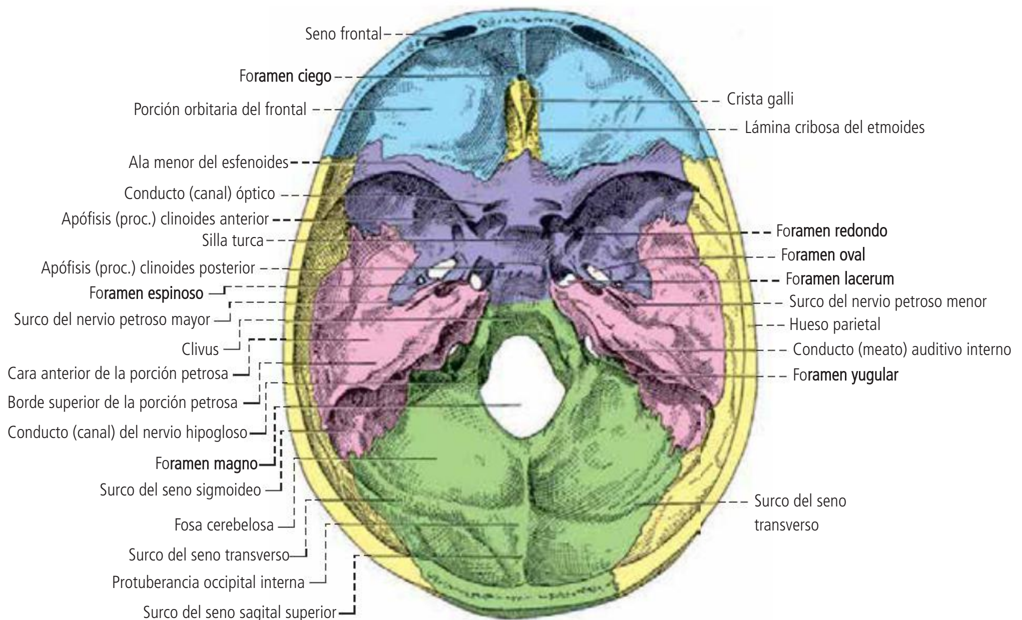


Fig. 11-4. Base del cráneo, cara interna. En azul, el frontal; en amarillo, el etmoides y el parietal; en violeta, el esfenoides; en rosado, el temporal; en verde, el occipital.

Base del cráneo externa

Para facilitar su estudio, se la divide mediante dos líneas transversales: la línea bicigomática, que va desde un tubérculo articular al otro, y la línea bimastoidea, que une los extremos de ambas apófisis (procesos) mastoideas (**fig. 11-3**). Estas dos líneas paralelas delimitan tres zonas: una zona anterior o facial, una zona media o yugular, y una posterior u occipital.

A. Zona anterior: está constituida por el frontal, el etmoides y el esfenoides. Para observarla, debe efectuarse la remoción de todos los huesos de la cara.

B. Zona media: en esta zona se observan:

- **En la línea mediana:** la porción basilar del occipital con el tubérculo faríngeo, por delante del cual se encuentra la fosa navicular.
- **A ambos lados de la línea mediana:** se describen, tanto a la derecha como a la izquierda, dos superficies cuadriláteras limitadas lateralmente por el tubérculo articular y la apófisis (proceso) mastoides, y en sentido medial, por el cóndilo del occipital y la apófisis (proceso) pterigoides. Esta superficie está ocupada por la porción escamosa del temporal, el ala mayor del esfenoides, la parte anterior del occipital y la cara inferior de la porción petrosa del temporal. Una línea trazada desde la apófisis (proceso) mastoides hasta la apófisis (proceso) pterigoides, que pase por la apófisis (proceso) estiloides, por la espina del esfenoides y por la lámina medial de la apófisis (proceso) pterigoides, subdivide esta superficie en dos triángulos: el triángulo anterolateral, que contiene: el conducto (meato) auditivo externo, la fosa mandibular, el tubérculo articular del temporal, la fisura petrotimpánica y los forámenes espinoso y oval. En el triángulo posteromedial se encuentran el foramen estilomastoideo, el foramen yugular, la fosa yugular y el orificio externo del conducto (canal) carotídeo; también se observan aquí los forámenes ya descritos a propósito de la porción petrosa del temporal y del ala mayor del esfenoides: el conductillo timpánico, el conductillo coclear, el conducto (canal) musculotubárico y, por delante del cóndilo del occipital, el conducto (canal) del nervio hipogloso. Dentro de este triángulo y medialmente, se encuentran el foramen posterior del conducto (canal) pterigoideo y el foramen lacerum. En el ser vivo, el foramen lacerum está ocupado por fibrocartílago.

C. Zona posterior: esta zona está centrada en el foramen magno y pertenece casi por completo al hueso occipital. Hacia adelante y lateralmente, se encuentra la apófisis (proceso) mastoides, con la incisura mastoidea.

Base del cráneo interna

Esta presenta: en el centro la silla turca, hacia la cual convergen cuatro relieves óseos: dos anteriores, las dos alas menores del esfenoides, y dos posteriores, los bordes superiores de la parte petrosa del temporal (**fig. 11-4**). Así, quedan delimitadas tres fosas: las fosas craneales anterior, media y posterior.

A. Fosa craneal anterior: está limitada por detrás por el surco prequiasmático y por el borde posterior de las alas menores del esfenoides. En ella se observan:

CUADRO 11-1. Principales aberturas de la base del cráneo y su contenido

Orificio	Estructuras que lo atraviesan
Foramen ciego del hueso frontal	Prolongación de la duramadre
Forámenes cribosos del hueso etmoides	Filetes olfatorios del nervio olfatorio
Foramen etmoidal anterior	Nervio y vasos etmoidales anteriores
Foramen etmoidal posterior	Nervio y vasos etmoidales posteriores
Conducto (canal) óptico	Nervio óptico Arteria oftálmica
Fisura orbitaria superior	Nervios lagrimal, nasociliar, frontal, oculomotor, troclear y abducens Vena oftálmica superior Raíz simpática del ganglio ciliar
Fisura orbitaria inferior	Nervios infraorbitario y cigomático (n. maxilar) Arteria y vena infraorbitarias Vena oftálmica inferior Ramos orbitarios del nervio maxilar
Foramen redondo	Nervio maxilar
Foramen oval	Nervio mandibular Arteria pterigomeníngea Vena del foramen oval
Foramen espinoso	Arteria meníngea media Vena meníngea media Ramo meníngeo del nervio mandibular
Foramen lacerum (rasgado)	Nervio petroso mayor Nervio petroso profundo
Hiato del nervio petroso mayor	Nervio petroso mayor
Conducto (canal) carotídeo	Arteria carótida interna Plexo simpático carotídeo interno Plexo venoso carotídeo
Conducto (canal) pterigoideo	Nervio del conducto pterigoideo Vasos del conducto pterigoideo
Conducto (meato) auditivo interno	Nervios facial, intermedio y vestibulococlear Arteria laberíntica
Orificio del acueducto vestibular	Conducto endolinfático
Foramen magno	Transición meduloespinal [bulbomedular] Meninges Arterias vertebrales Arteria espinal anterior Arterias espinales posteriores Raíces espinales del nervio accesorio Plexos simpático vertebrales Membrana tectoria
Foramen yugular	Nervios glosofaríngeo, vago y accesorio Vena yugular interna y arteria meníngea posterior
Conducto (canal) del nervio hipogloso	Nervio hipogloso Plexo venoso del conducto del nervio hipogloso
Conducto auditivo externo	Aire

CUADRO 11-1. Principales aberturas de la base del cráneo y su contenido *(Cont.)*

Orificio	Estructuras que lo atraviesan
Conducto (canal) musculotubárico	Trompa auditiva Músculo tensor del tímpano
Fisura petrotimpánica	Arteria timpánica anterior Nervio cuerda del tímpano
Foramen estilomastoideo	Nervio facial Vasos estilomastoideos
Conducto (canal) condíleo	Vena condílea
Hiato del conducto (canal) del n. petroso menor	Nervio petroso menor y arteria timpánica superior
Conductillo (canalículo) coclear	Acueducto coclear
Conductillo (canalículo) timpánico	Nervio timpánico
Foramen mastoideo	Vena mastoidea
Conducto (canal) palatovaginal	N. faríngeo (r. del n. maxilar) – R. faríngea (de la a. maxilar)
Foramen esfenopalatino	A. esfenopalatina – N. nasales posteriores y nasopalatino
Conducto (canal) infraorbitario	A. y n. infraorbitarios – N. alveolar superior anterior
Foramen palatino mayor	A. y n. palatinos mayores
Forámenes palatinos menores	A. y n. palatinos menores
Conducto (canal) incisivo	N. nasopalatino

- **En la línea mediana:** de adelante hacia atrás, el foramen ciego, la crista galli, la lámina cribosa del etmoides y el yugo esfenoidal, con el surco prequiasmático que termina a los lados en ambos conductos (canales) ópticos en la base del ala menor del esfenoides.
- **A ambos lados de la línea mediana:** por delante de las alas menores del esfenoides, las convexidades de las bóvedas orbitarias.

B. Fosa craneal media: está comprendida entre las alas menores del esfenoides y el borde superior de la parte petrosa del temporal. En ella se observan:

- **En la línea mediana:** la silla turca demarcada por las cuatro apófisis (procesos) clinoides.
- **A ambos lados de la línea mediana:** las fosas temporales; están constituidas atrás y medialmente por la cara anterior de la porción petrosa del temporal y adelante, por el ala mayor del esfenoides. Se hallan aquí la impresión trigeminal, el foramen espinoso para la arteria meníngea media, el foramen oval para el nervio mandibular y la arteria meníngea accesoria, el foramen redondo para el nervio maxilar, la fisura orbitaria superior para la vena oftálmica, para los nervios motores del ojo y para el nervio oftálmico. Por detrás y medial, se abre el foramen lacerum, con la llegada del conducto (canal) carotídeo.

C. Fosa craneal posterior: se la observa por detrás del borde superior de la porción petrosa del temporal, de las apófisis (procesos) clinoides posteriores y de la lámina cuadrilátera del esfenoides. Es más profunda que la fosa craneal media y presenta:

- **En la línea mediana:** el clivus, extendido hacia el foramen magno por donde pasan la médula oblongada [bulbo raquídeo] y las meninges, las arterias vertebrales y las raíces espinales de los nervios accesorios. Por detrás, hacia la protuberancia occipital interna, se observa la cresta occipital interna, donde se inserta la hoz del cerebelo.
- **A ambos lados de la línea mediana:** se encuentran las fosas cerebelosas, bordeadas por surcos que contienen los senos venosos: el seno petroso superior en el borde superior de la parte petrosa del temporal, el seno petroso inferior lateral al clivus, el seno venoso transverso y el sigmoideo, extendidos desde la protuberancia occipital interna hasta el borde posterior de la porción petrosa del temporal. La parte anterior de la fosa cerebelosa está constituida por el muro vertical de la cara posterior de la porción petrosa del temporal, donde se encuentra la abertura del conducto (meato) auditivo interno. Por él penetran los nervios vestibulococlear, facial e intermediario y la arteria laberíntica. Hacia abajo, se encuentra el foramen yugular para la vena yugular interna, los nervios vagos, el nervio glosofaríngeo y el nervio accesorio.

Las fosas se hallan en tres niveles, que van descendiendo desde la fosa anterior hasta la posterior. En cada una de estas fosas reposan diferentes partes del encéfalo, rodeadas por las meninges y los espacios subaracnoideos (**fig. 11-5**).

En el **cuadro 11-1** se resumen las principales aberturas de la base del cráneo con sus contenidos.

ESQUELETO FACIAL

Es un bloque de forma irregular, al cual numerosas y fuertes suturas le confieren en el adulto una perfecta homogeneidad, el **macizo facial** (**figs. 11-6** a **11-8**).

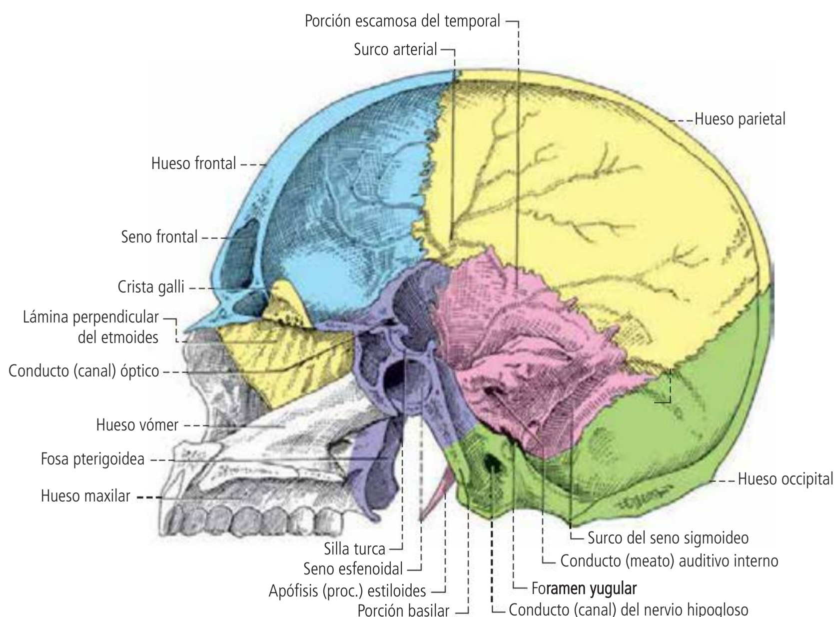


Fig. 11-5. **Corte sagital mediano de la cabeza ósea, vista interna. En azul, el frontal; en amarillo, el etmoides y el parietal; en violeta, el esfenoides; en rosado, el temporal; en verde, el occipital.**

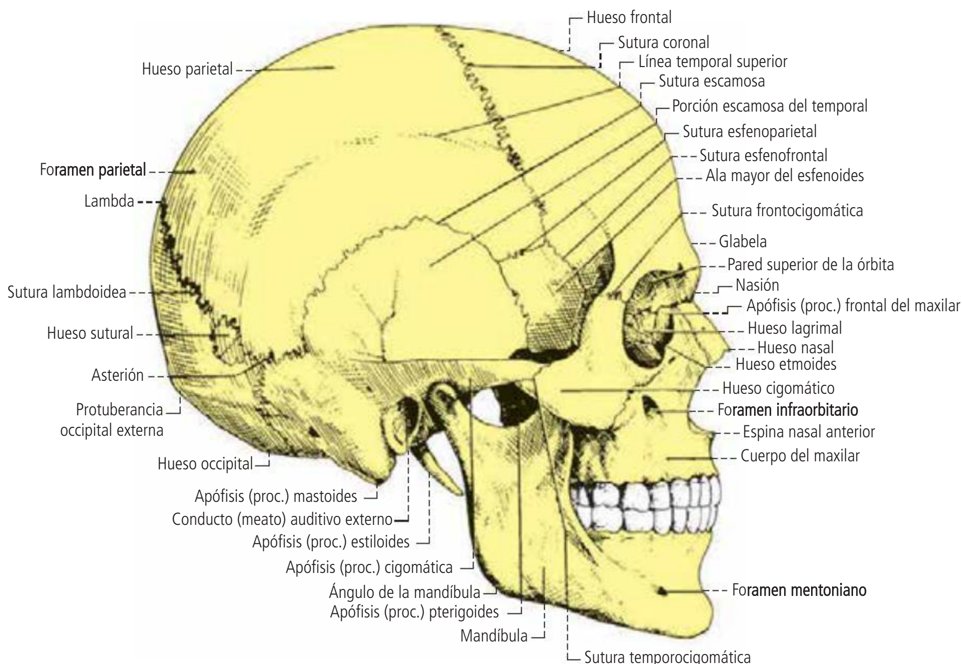


Fig. 11-6. **Esqueleto de la cabeza, vista lateral derecha.**

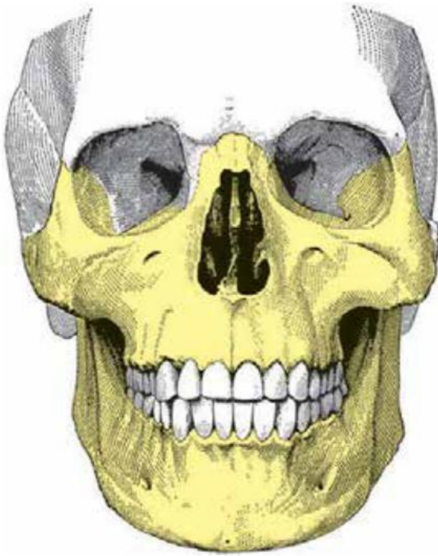


Fig. 11-7. Cara, vista anterior. Los huesos de la cara están coloreados en amarillo.

Unión craneofacial

El macizo facial se halla unido al cráneo por medio de seis pilares, tres a la derecha y tres a la izquierda. Estos delimitan regiones o cavidades que contienen a los órganos de los sentidos. La articulación temporomandibular, a derecha e izquierda, constituye la única conexión móvil entre el cráneo y el macizo facial.

A. **Pilares medianos y mediales:** están formados por la unión de las apófisis (procesos) frontales de los huesos maxilares con la incisura etmoidal del frontal. El frontal se articula con los huesos nasales, mientras que el maxilar lo hace con el etmoides. Más profundamente, la unión de las apófisis (procesos) piramidales del palatino y las apófisis (procesos) pterigoides, así como el vómer y la lámina vertical del etmoides, contribuyen a consolidar este conjunto medio.
B. **Pilares laterales:** están representados por la articulación del hueso cigomático con la apófisis (proceso) cigomática del frontal y el ala mayor del esfenoides.
C. **Pilares posteriores u horizontales:** están formados por la articulación del hueso cigomático con la apófisis (proceso) cigomática del frontal, y constituyen los pilares cigomáticos, unidos en cada lado al hueso cigomático.
D. **Articulación temporomandibular:** une al cóndilo de la mandíbula con la parte escamosa del temporal. Transmite las fuerzas provenientes de la mandíbula a la fosa media de la base interna del cráneo por intermedio del cuello de la mandíbula.

Descripción del esqueleto facial

El conjunto del macizo facial presenta una cara anterior, dos caras laterales, una cara superior y una cara posteroinferior.

A. **Cara anterior:** está unida al cráneo por los dos pilares medianos y los dos pilares laterales. De arriba hacia abajo se observa:
   - En la **línea mediana** la articulación nasofrontal, la sutura medionasal, el amplio foramen anterior de las cavidades nasales, la espina nasal anterior, la reunión de los maxilares y la sínfisis mandibular.
   - **Lateralmente**, la cara externa de los huesos nasales y de la apófisis (proceso) frontal del maxilar, la base de la órbita, el foramen infraorbitario que se encuentra por encima de la fosa canina y la eminencia canina. Los dos arcos alveolares del maxilar y de la mandíbula están separados por las hileras dentarias. Más abajo, se encuentra la cara anterior del cuerpo de la mandíbula, con la línea oblicua externa y el foramen mentoniano.

B. **Caras laterales:** están unidas al cráneo por medio del pilar lateral y de la articulación temporomandibular. Se observa, de arriba hacia abajo, la cara lateral del hueso cigomático con su pequeño foramen cigomaticofacial, la escotadura (incisura) mandibular, limitada adelante por la apófisis (proceso) coronoides y atrás por la apófisis (proceso) condilar de la mandíbula y su cuello, así como por la articulación temporomandibular. La cara externa de la rama de la mandíbula está por encima de su ángulo saliente. Las partes posteriores de los arcos alveolares del maxilar y de la mandíbula se encuentran aquí separadas por las dos hileras dentarias.
C. **Cara superior:** está constituida por la unión de los huesos de la cara con la parte anterior de la base externa del cráneo; esta unión se produce por medio de los pilares mediales y laterales internos y externos. Entre estos pilares se abre la cavidad orbitaria. En el plano mediano se halla la articulación del vómer con la lámina perpendicular del etmoides y con la cresta inferior del cuerpo del esfenoides, que está por detrás. A ambos lados del plano mediano, la cara nasal de los huesos forma la pared lateral de las cavidades nasales.
D. **Cara posteroinferior:** representa un amplio espacio limitado hacia atrás por una línea convencional que pasa por las fosas mandibulares derechas e izquierdas. Esta región presenta

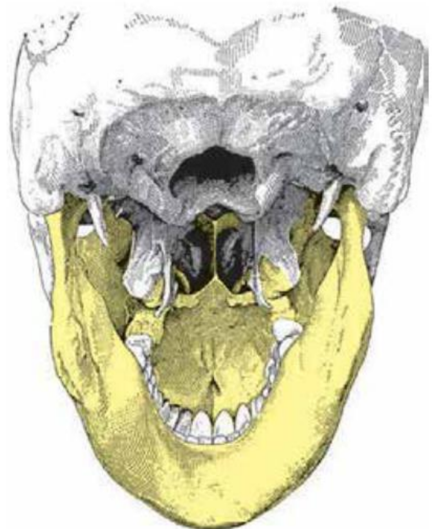


Fig. 11-8. Cara, vista posterior. Los huesos de la cara están coloreados en amarillo.

CUADRO 11-2. Límites de la fosa pterigopalatina

Base	Cuerpo y ala mayor del esfenoides
Pared anterior	Tuberosidad del maxilar
Pared medial	Lámina perpendicular del palatino
Pared posterior	Borde anterior de la apófisis (proc.) pterigoides
Límite lateral	Fisura pterigomaxilar
Vértice	Conducto palatino mayor

CUADRO 11-3. Comunicaciones de la fosa pterigopalatina

Paredes	Lugar hacia donde se comunica	Punto de comunicación	Elementos que pasan por ella
Base y pared anterior	Órbita	Fisura orbitaria inferior	A. infraorbitaria, n. infraorbitario, n. cigomático, ramos orbitarios del n. maxilar, v. oftálmica inferior (v. infraorbitaria)
Pared medial	Hacia la cavidad nasal	Foramen esfenopalatino	A. esfenopalatina, n. nasales posteriores superiores laterales, n. nasales posteriores superiores mediales, n. nasopalatino, n. nasales posteriores inferiores
Pared posterior	Desde la fosa craneal media Desde el foramen lacerum Hacia la nasofaringe	Foramen redondo Conducto (canal) pterigoideo Conducto (canal) palatovaginal	N. maxilar N., a. y v. del conducto pterigoideo N. faríngeo (del ganglio pterigopalatino), rama arterial faríngea
Límite lateral	Desde la fosa infratemporal	Fisura pterigomaxilar	A. maxilar, n. alveolares superiores posteriores
Vértice	Hacia la cavidad oral	Conducto palatino mayor Conductos palatinos menores	N. palatino mayor, a. palatina descendente N. palatinos menores, a. palatinas menores

en la línea mediana, y de atrás hacia adelante, el borde posterior del vómer, la soldadura mediopalatina, el canal incisivo y, más abajo, la sínfisis mandibular, con las espinas geni. A ambos lados de la línea mediana se encuentra el foramen posterior de las cavidades nasales (coanas), limitado lateralmente por las apófisis (procesos) pterigoides. Inmediatamente se observa la cara posterior del maxilar y la cara interna de la mandíbula con la língula mandibular, el foramen mandibular, la línea milohioidea y las fosas glandulares que ella delimita.

Cavidades de la cara

Se distingue la cavidad oral, que es única y mediana, de las otras cavidades, que son pares y están situadas en forma simétrica con respecto al plano mediano: las cavidades nasales, las órbitas, las fosas pterigoideas, las fosas infratemporales.

La fosa temporal establece la comunicación entre la cara y la región lateral del cráneo.

La cavidad oral se estudiará con el aparato digestivo.

Las cavidades nasales se estudiarán con el sistema respiratorio, y como órgano de los sentidos.

Las órbitas serán estudiadas con los órganos de la vista.

La fosa pterigoidea está situada entre las láminas de la apófisis (proceso) pterigoides. Corresponde más a la base del cráneo que a las cavidades de la cara.

La fosa infratemporal corresponde a un espacio mal delimitado situado por debajo de la apófisis (proceso) cigomática, entre la apófisis (proceso) pterigoides y la rama de la mandíbula. Este espacio así delimitado se prolonga en sentido medial entre la cara anterior de la apófisis (proceso) pterigoides y la tuberosidad del maxilar: **la fosa pterigopalatina** (**cuadros 11-2** a **11-4**).

CUADRO 11-4. Contenido de la fosa pterigopalatina

Arterias	Venas	Nervios	Ganglio
Arteria maxilar Ramas: Arteria infraorbitaria Arteria del conducto (canal) pterigoideo Rama faríngea Arteria palatina descendente Arterias palatinas menores Arteria esfenopalatina	Vena oftálmica inferior Vena infraorbitaria Vena del conducto pterigoideo	**Nervio maxilar** Ramos: Nervios alveolares superiores posteriores Nervio palatino mayor Nervios palatinos menores Nervio infraorbitario Nervio cigomático Ramos orbitarios Nervios nasales posteriores superiores laterales Nervios nasales posteriores superiores mediales Nervios nasales posteriores inferiores Nervio nasopalatino **Nervio del conducto (canal) pterigoideo**	**Ganglio pterigopalatino** **Nervio faríngeo**

12 Articulaciones de la cabeza

Las diferentes piezas óseas que conforman el cráneo y la cara están unidas por articulaciones inmóviles, articulaciones fibrosas. Constituye una excepción la articulación de la mandíbula con el cráneo, que es móvil. En el feto y en el recién nacido, las articulaciones de los huesos del cráneo son suturas: la línea sutural se encuentra ocupada por una membrana fibrosa.

ARTICULACIONES DE LOS HUESOS DEL CRÁNEO ENTRE SÍ

Están representadas por suturas cuyo trazado se ha descrito precedentemente. Su estructura es variable, pero se las puede agrupar en cuatro tipos: sutura dentada, sutura escamosa, sutura plana o armónica y esquindilesis.

ARTICULACIONES DE LOS HUESOS DE LA CARA ENTRE SÍ Y CON EL CRÁNEO

Se caracterizan por presentar superficies de contacto en general muy extendidas, rugosas y engranadas unas con otras. Las articulaciones fibrosas craneofaciales pueden adoptar los tres tipos clásicos: dentada, el tipo está dado por la unión del hueso cigomático con el proceso cigomático del hueso temporal; armónica, articulación del hueso palatino con el proceso pterigoides del esfenoides, por ejemplo; esquindilesis, contacto entre el borde superior del vómer y el cuerpo del esfenoides.

La articulación temporomandibular, móvil y compleja, se estudiará con el sistema digestivo.

El cráneo y la cara desde el punto de vista antropológico

13

Para el estudio antropológico del cráneo y de la cara se utiliza un gran número de puntos precisos que sirven como referencia y permiten numerosas medidas lineales o angulares. Estos son los puntos craneométricos a partir de los cuales se pueden definir índices.

PUNTOS CRANEOMÉTRICOS

Están divididos en dos grupos: los puntos medianos (únicos) y los puntos laterales (pares) (**fig. 13-1**).

Puntos medianos

En número de doce son:

A. El **punto mentoniano** o **gnatión**: es el centro del borde inferior mandibular; es el punto más inferior y anterior.
B. El **punto alveolar** o **prostión**: corresponde al punto mediano situado entre los dos incisivos medianos y superiores.
C. El **punto espinal** o **acantión**: es el vértice de la espina nasal anterior.
D. El **punto nasal** o **nasión**: está situado sobre la raíz de la nariz, sobre la sutura nasofrontal; corresponde al fondo del ángulo nasofrontal.
E. La **glabela**: está situada entre los dos arcos superciliares.
F. El **ofrión**: se encuentra sobre la línea mediana a la altura del diámetro frontal mínimo, en la línea más corta que reúne las dos líneas temporales del hueso frontal.
G. El **bregma**: es el punto de reunión de las suturas coronal, sagital y metópica.
H. El **obelión**: está situado a la altura de los dos forámenes parietales o de uno de estos, si el otro falta.
I. El **lambda**: es el punto de reunión de las suturas sagital y lambdoidea.
J. El **inión**: corresponde a la base de la protuberancia occipital externa.
K. El **opistión**: se halla en el borde posterior del foramen magno.
L. El **basión**: está situado en el borde anterior del foramen magno.

Puntos laterales

En número de dieciséis, ocho a cada lado, son:

A. El **gonión**: corresponde al ángulo de la mandíbula.
B. El **pterión**: se halla en la fosa infratemporal; marca el punto de reunión del frontal, del parietal, del temporal y del esfenoides.
C. El **dacrión**: está situado en el ángulo inferomedial de la órbita, donde la sutura vertical maxilolacrimal encuentra a la sutura nasofrontal, formando con ella una T.
D. El **asterión**: es el punto de encuentro del occipital, del parietal y de la porción petrosa del temporal.
E. El **punto glenoideo**: situado en el centro de la fosa mandibular del temporal.
F. El **punto yugular**: es el vértice del proceso yugular del hueso occipital.
G. El **punto cigomático**: corresponde al punto más saliente de la cara lateral del hueso cigomático.
H. El **estefanión**: está situado en el punto en que se encuentran la sutura coronal con la línea temporal.

De todos estos diferentes puntos, solo el gonión, el pterión y el dacrión ofrecen todavía interés.

ÍNDICES DEL CRÁNEO

Estos comprenden el índice de longitud y de ancho (índice cefálico) y los índices de altura:

- Índice cefálico: se obtiene multiplicando el diámetro transversal máximo por 100 y dividiéndolo por el diámetro anteroposterior máximo. Este índice tiene una importancia antropológica considerable. Cuanto más alta es la cifra obtenida, tanto más redondeado y aplanado es el cráneo (braquiocéfalo). Cuanto menor sea esa cifra, el cráneo será más alargado (dolicocéfalo).
- Índices de altura: son aplicables a los seres vivos y traducen más bien un carácter individual que poblacional.

DETERMINACIÓN DE LA EDAD DE UN CRÁNEO

Es posible determinar la edad de un cráneo por dos medios:

A. Dentición: la erupción de los dientes temporarios y la cronología de la dentición definitiva se conocen con precisión. La edad de un cráneo corresponde a la de su dentición, pero esto no es valedero sino para el cráneo de los individuos jóvenes. En el adulto, la existencia de los terceros molares todavía incluidos en el maxilar y en la mandíbula no corresponde a ninguna edad precisa, porque su erupción varía según los individuos.
B. Osificación: se puede hacer la misma observación para este medio de estudio. En el adulto, la estimación de la edad debe estar basada en:
  - El desgaste de los dientes, bastante individual y relacionado con el modo de alimentación y de utilización (los esquimales, desde muy jóvenes, tienen los dientes muy gastados).
  - El estado de las suturas craneales: no hay sinostosis antes de los 40 años. Las suturas sagital y lambdoidea se sueldan entre los 40 y los 50 años; la sutura coronal lo hace entre los 50 y los 70.

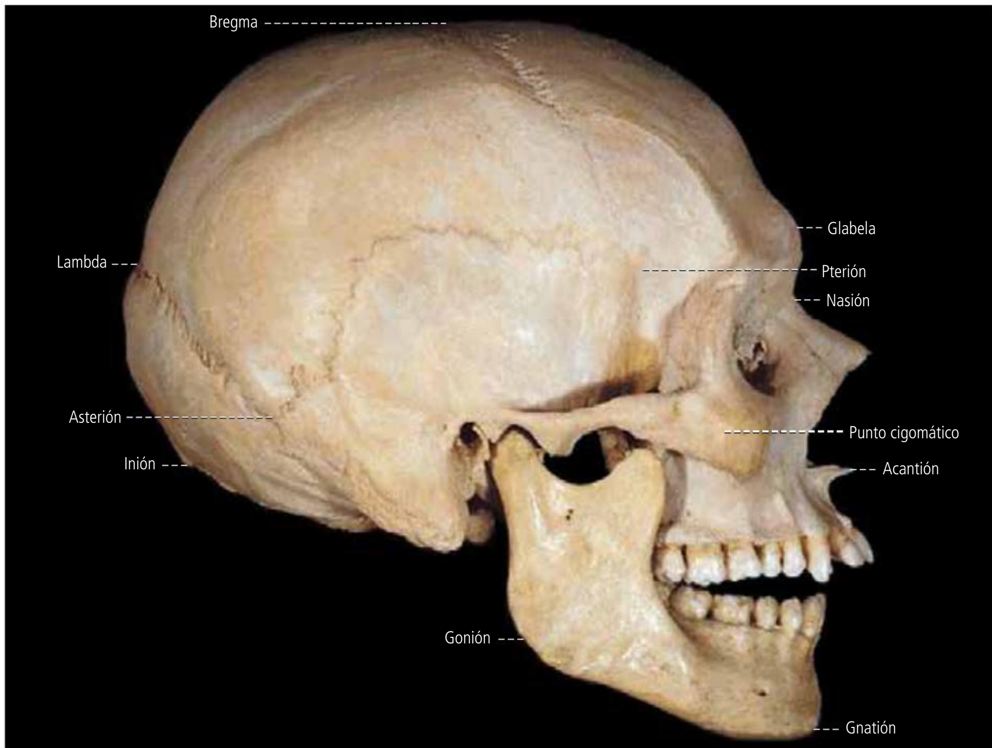


Fig. 13-1. **Referencias craneométricas de la cabeza.**

DETERMINACIÓN DEL SEXO DE UN CRÁNEO

Todas estas indicaciones tienen solo un valor relativo, pues varían mucho según la ascendencia y los individuos.

En el femenino

Las superficies óseas tienen un modelado menos acentuado. Las paredes son más delgadas, la glabela más pequeña, los arcos superciliares estrechos, con bordes inferiores cortantes, la frente recta con eminencias frontales acentuadas, la región parietal exigua, con eminencias parietales marcadas. El cráneo femenino, colocado sobre un plano horizontal, descansa sobre el occipital. La mandíbula es más delgada.

En el masculino

Son notorios la mayor nitidez de los contornos óseos, la saliente importante de las inserciones musculares, la profundidad de la fosa canina, la prominencia del inión, el desarrollo de las líneas nucales y la amplitud de los cóndilos occipitales. Los procesos mastoides, más desarrollados, sirven como punto de apoyo al cráneo colocado sobre un plano horizontal. La mandíbula es voluminosa y gruesa.

Desarrollo de la cabeza ósea

14

La cara y el neurocráneo no se desarrollan al mismo tiempo. En el momento del nacimiento, el neurocráneo está muy avanzado sobre la cara, que ocupa aún un lugar poco importante en la cabeza. La relación cara/cráneo es de 1 a 8. La cara se desarrolla muy rápido, tanto que a los dos años la relación es de 1 a 6 y a los cinco años, de 1 a 4. En el adulto, la relación se mantiene aproximadamente en estos valores.

La relación entre el volumen de la cabeza y el del cuerpo varía también: al nacer, la talla equivale a 4 cabezas y media, en el adulto a 7 cabezas, término medio. Por último, a nivel de la cabeza es necesario distinguir el desarrollo de la base del cráneo, de la calvaria y el de la cara.

DESARROLLO DE LA BASE DEL CRÁNEO

Los puntos de osificación que hemos descrito en la parte basal de los diferentes huesos del cráneo aparecen todos en una placa cartilaginosa inicial (condrocráneo). Esta placa es par y está situada longitudinalmente. Cada uno de sus elementos, derecho e izquierdo, se encuentran separados entre sí. Atrás, por la cuerda dorsal que penetra entre los cartílagos paracordales. Más adelante, se hallan las dos vigas craneanas [de Rathke].

Reunidas, estas formaciones cartilaginosas constituyen la placa basilar que rodea la cuerda dorsal. En esta placa se diferencian las regiones sensoriales, con los forámenes correspondientes a los nervios que salen o penetran en la base del cráneo.

DESARROLLO DE LA CALVARIA. FONTANELAS

Se distinguen 3 períodos:

A. Fontanelar.
B. Osteosutural.
C. Senil.

Período fontanelar

Corresponde al cráneo del niño. Se caracteriza por la persistencia, en los ángulos de las diversas piezas óseas, de superficies no osificadas: las fontanelas, cuya presencia confiere al cráneo una elasticidad particularmente útil en el momento del nacimiento y durante el pasaje pelviano de la cabeza en el parto (**fg. 14-1**).

Las fontanelas anterolateral [ptérica] y posterolateral [astérica] están poco desarrolladas y pueden ser ignoradas al igual que las fontanelas anormales, inconstantes y supernumerarias.

Las fontanelas medianas son las más importantes a causa de sus dimensiones, su presencia constante en el nacimiento y su duración.

La fontanela posterior [lambdoidea] situada en la convergencia del occipital con los dos parietales, es de dimensiones pequeñas.

La fontanela anterior [bregmática], se encuentra en la unión del hueso frontal con los dos parietales. Es ovoide y alargada.

La fontanela anterior tiene mucha importancia en pediatría, tanto desde el punto de vista clínico (estados de tensión, de depresión, de pulsatilidad) como para servir de acceso al seno sagital superior (se realiza la punción de esta fontanela para la extracción de sangre venosa o terapéutica intravenosa).

Todas las fontanelas se obliteran poco después del nacimiento. Solo persiste hasta alrededor de los 18 meses de edad la fontanela anterior.

Período osteosutural

El desarrollo de la calvaria no está aún terminado cuando desaparecen las fontanelas. Persiste una actividad osteogénica a nivel de las suturas hasta la edad adulta, que permite a la calvaria aumentar sus dimensiones.

Alrededor de los 45 años aparecen sinostosis con fusión ósea en el lugar de las suturas.

Período senil

Se caracteriza por el desarrollo de sinostosis en el conjunto de las suturas, por el adelgazamiento progresivo de los huesos de la calvaria a expensas del diploe y de la lámina externa.

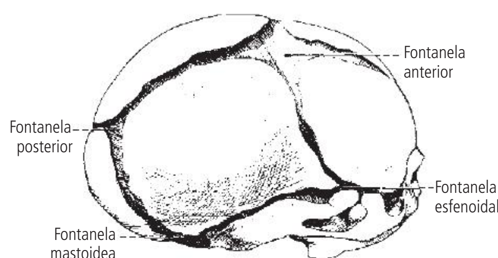


Fig. 14-1. Cabeza de feto, vista superior y lateral (según Rouvière).

DESARROLLO DE LA CARA

Depende esencialmente de la aparición de los dientes, cuyo desarrollo separa al maxilar y la mandíbula, modificando la forma de esta, cuyo cuerpo y rama forman un ángulo más cerrado. En el anciano, la desaparición de los dientes conduce a un proceso inverso (abertura del ángulo, mentón más pronunciado) a menos que una prótesis se oponga a este proceso.

El desarrollo de las cavidades nasales, bajo la influencia de la función ventilatoria (respiratoria) desencadenada en el nacimiento, produce un alargamiento vertical del esqueleto, así como un ensanchamiento de la cara por aumento de las dimensiones de los senos maxilares.

CRÁNEO EN EL FETO DE TÉRMINO

Las características anatómicas de la cabeza del feto de término: gran elasticidad ósea, amplia separación entre los huesos de la calvaria (en especial a nivel de las fontanelas) y ausencia de suturas firmes, permiten la acomodación de la cabeza fetal a los diferentes diámetros del canal del parto, mediante el modelaje de esta por cabalgamiento óseo. Sin embargo, estas mismas características permiten, aun sin producir fracturas, graves deformaciones y desplazamientos encefálicos, que pueden ocasionar lesiones asociadas con las dificultades del parto.

Arquitectura de la cabeza ósea

15

Es necesario diferenciar la arquitectura del esqueleto craneal y la del esqueleto facial.

ARQUITECTURA DEL CRÁNEO

Durante su desarrollo, el cráneo se encuentra sometido a factores genéticos que condicionan su forma y subrayan sus funciones. Estos factores están ligados al desarrollo del encéfalo.

El encéfalo se apoya en las fosas craneales anterior y media, luego en la tienda del cerebelo; denota su presencia mediante relieves óseos. Los hemisferios cerebelosos se apoyan sobre una cara lisa.

Se debe dar importancia también a otros factores:

- Las tensiones ejercidas por las adherencias de la duramadre (tienda del cerebelo, senos venosos).
- Los movimientos ventilatorios (respiratorios) y de posición del líquido cerebroespinal.
- Las pulsaciones arteriales intracraneales.
- El desarrollo de las cavidades anexas (senos neumáticos, aparato de la audición).
- El juego de los músculos motores de la cabeza (músculos de la nuca).

También es necesario tener en cuenta las cualidades mecánicas de los huesos del cráneo, elasticidad y resistencia:

- La **elasticidad**: es considerable en el recién nacido y disminuye con la edad. Se admite que las paredes del cráneo son capaces de sufrir una deformación desde el exterior hacia el interior y de retomar de inmediato su forma primitiva. Esta elasticidad es evidente sobre todo en sentido transversal (disposición de las suturas), donde se puede comprobar una tolerancia de 1 cm sin fracturarse. Con la edad y la osificación progresiva de las suturas, la elasticidad general del cráneo disminuye.
- La **resistencia**: depende de la solidez de los huesos, por una parte, y de la disposición de las suturas, por otra. Las que son talladas en bisel (p. ej., sutura esfenoescamosa) permiten cierto "juego" que aumenta la resistencia de una zona frágil (fosa temporal) en los traumatismos. Las suturas dentadas de la calvaria se oponen a la separación de los huesos; las suturas laterales, a su hundimiento. Si bien las disyunciones traumáticas de los huesos del cráneo son excepcionales, las fracturas son frecuentes.

Zonas de fuerte resistencia

Se reconocen siete, de las cuales tres son medianas y cuatro laterales (**fig. 15-1**):

- Zonas medianas: una es anterior, frontoetmoidal; la segunda es media, sincipital (región superior de la calvaria) y corresponde a la sutura interparietal; la tercera es posterior u occipital, extendida desde el contorno del foramen magno hasta el sincipucio, pasando por el grueso macizo de las protuberancias occipitales.
- Zonas laterales: existen dos de cada lado. La primera es anterolateral u orbitoesfenoidal, prolongada medialmente por las alas menores del esfenoides. La segunda es posterolateral o petromastoidea, está constituida por la parte petrosa y la mastoides del temporal, unidas al sincipucio por la eminencia parietal. Los pilares medios y laterales convergen en la base, en el punto central, situado sobre la parte basilar del occipital y el cuerpo del esfenoides.

Puntos débiles

Se hallan comprendidos entre las zonas precedentes, en número de seis (tres a cada lado); una zona frontoesfenoidal (fosa anterior); una zona esfenotemporal (fosa media) y una zona petrooccipital (fosa posterior).

La fragilidad relativa de estas zonas puede estar aumentada por la presencia de los forámenes de la base, en particular de la fosa media (foramen oval, foramen espinoso).

También existen forámenes o cavidades que dan cierta fragilidad a algunos pilares:

- La lámina cribosa del etmoides para el pilar frontoetmoidal.
- El conducto (canal) óptico y la fisura orbitaria superior para el pilar orbitoesfenoidal.
- Las cavidades de la audición y el canal carotídeo, para la pirámide petrosa del temporal.
- Los canales condíleos a ambos lados del foramen magno, para el pilar occipital.

Todas estas consideraciones deben tenerse en cuenta cuando se estudian las fracturas del cráneo, entre las que se distinguen:

- Fracturas de la calvaria (a menudo acompañadas de hundimiento).
- Fracturas de la base (sobre todo, de la parte petrosa del temporal).
- Fracturas irradiadas de la calvaria a la base, sean a través de las zonas débiles o a través de un pilar.

ARQUITECTURA DE LA CARA

Es muy diferente, pues los huesos no cumplen las mismas funciones y no se hallan sometidos a los mismos factores durante su desarrollo. Estos son esencialmente:

- Factores respiratorios (senos neumáticos).
- Factores masticadores (dientes y acciones musculares).

Los primeros interesan especialmente al maxilar, mientras que los segundos repercuten en forma simultánea sobre este y

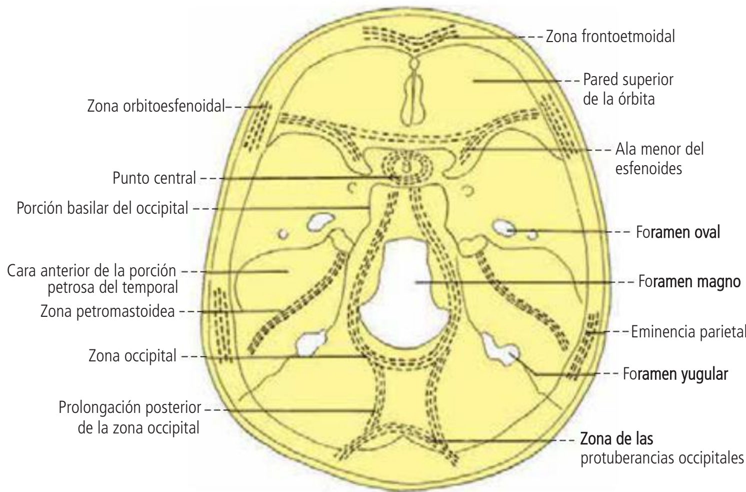


Fig. 15-1. **Zonas de resistencia del cráneo.**

la mandíbula. Sin embargo, es necesario distinguir netamente estas dos partes, tan diferentes desde el punto de vista de la arquitectura del macizo facial.

Maxilar

Este voluminoso hueso está soldado a todos los huesos de la cara excepto a la mandíbula. Estos huesos así fusionados son solidarios entre sí, a menudo de espesor muy débil y su conjunto presenta numerosas cavidades.

Este conjunto dispone de pilares que lo refuerzan y de elementos protectores, verdaderos parachoques en caso de accidente:

- Los pilares, son espesamientos del esqueleto; se reconoce un pilar anteromedial o canino, un pilar lateral o cigomático y un pilar posterior o maxilopterigoideo, por el cual la cara se apoya sobre el punto central de la base del cráneo (**fig. 15-2**).
- Los elementos protectores son salientes del macizo facial: mediales (macizo incisivo y saliente de los huesos nasales) y laterales (rebordes orbitarios, superior e inferior, hueso cigomático).

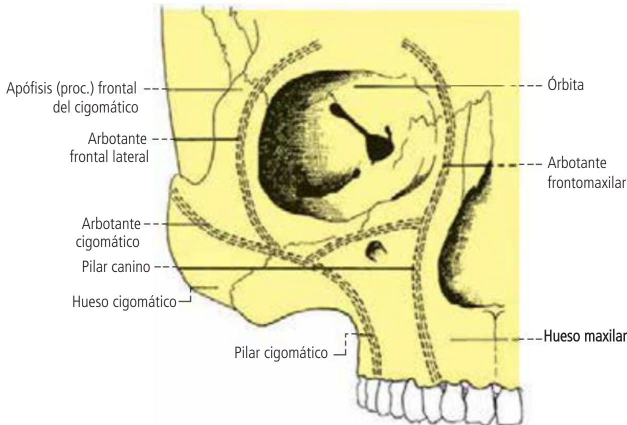


Fig. 15-2. **Arbotantes y pilares del macizo facial (según Bouchet).**

Mandíbula

Este hueso es más denso, casi relleno, con dos partes diferentes:

A. La parte dentaria, sólida y gruesa.
B. La parte muscular, rama mandibular, más delgada.

La arquitectura de la cara la vuelve apta para soportar las fuerzas que se ejercen de abajo hacia arriba por intermedio de los arcos dentarios, gracias a la descomposición en numerosas líneas divergentes, de la fuerza inicial. En cambio, los traumatismos directos anteroposteriores o transversales a menudo generan fracturas tanto del maxilar como de la mandíbula.

16 Anatomía radiológica del esqueleto craneofacial

La interpretación correcta de las radiografías del esqueleto craneofacial (cabeza) supone el conocimiento anatómico preciso y seguro, único que permite la transposición en el espacio de una imagen representada sobre un solo plano.

De las diversas proyecciones propuestas para objetivar cada parte del esqueleto craneofacial, describiremos las más corrientes y básicas, con sus posibilidades y sus insuficiencias.

PROYECCIONES POSTEROANTERIORES

Proyección mentonasoplaca

El rayo se acerca al vértice del cráneo y el punto de salida se inclina hacia el mentón. Se ven los senos frontales, los senos maxilares, el foramen espinoso y el foramen redondo, pero el etmoides, el cuerpo del esfenoides, la mandíbula y la calvaria son imprecisos (**fig. 16-1 A** y **B**).

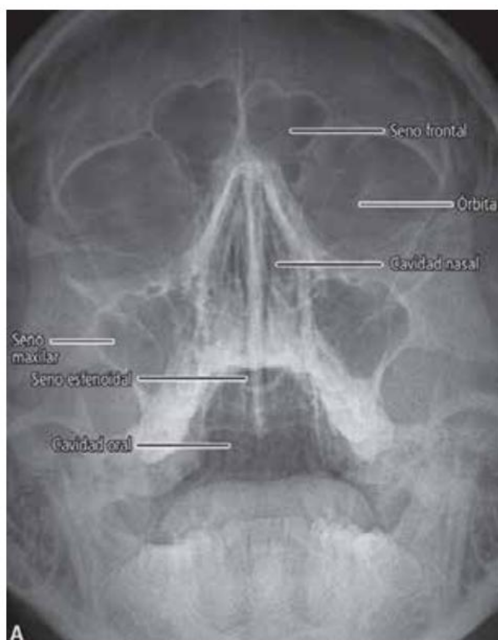
Proyección frontonasoplaca

El rayo penetra por el occipucio paralelo al plano horizontal. Permite distinguir los senos frontales de las cavidades orbitarias, las celdillas etmoidales anteriores, paramedianas, de las celdillas posteriores aplastadas lateralmente. El borde superior de la porción petrosa del temporal atraviesa horizontalmente la cavidad orbitaria, pero los senos maxilares quedan ocultos (**fig. 16-2 A** y **B**).

PROYECCIONES LATERALES

Los detalles son más precisos del lado en que están más próximos a la placa. Por lo tanto, existen dos laterales (perfiles) craneales: derecho e izquierdo, según el lado que se desea examinar (**fig. 16-3 A** y **B**).

La ventaja de la radiografía lateral, sea derecha o izquierda, es mostrar el conjunto de la cavidad craneal: la calvaria con sus suturas, las numerosas eminencias mamilares, los surcos vasculares,



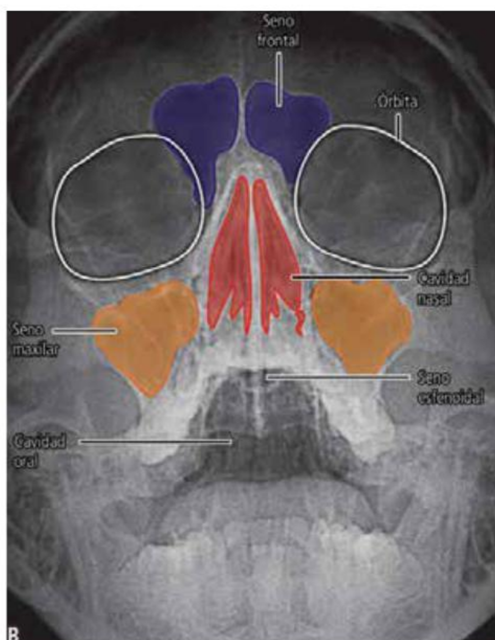


Fig. 16-1. A. Mentonasoplaca. Radiografía del cráneo en proyección anteroposterior, con leve extensión de la cabeza para la evaluación de los senos paranasales. Se indica al paciente la apertura de la cavidad oral para visualizar los senos esfenoidales. B. Mentonasoplaca con coloreado de estructuras que se superponen.

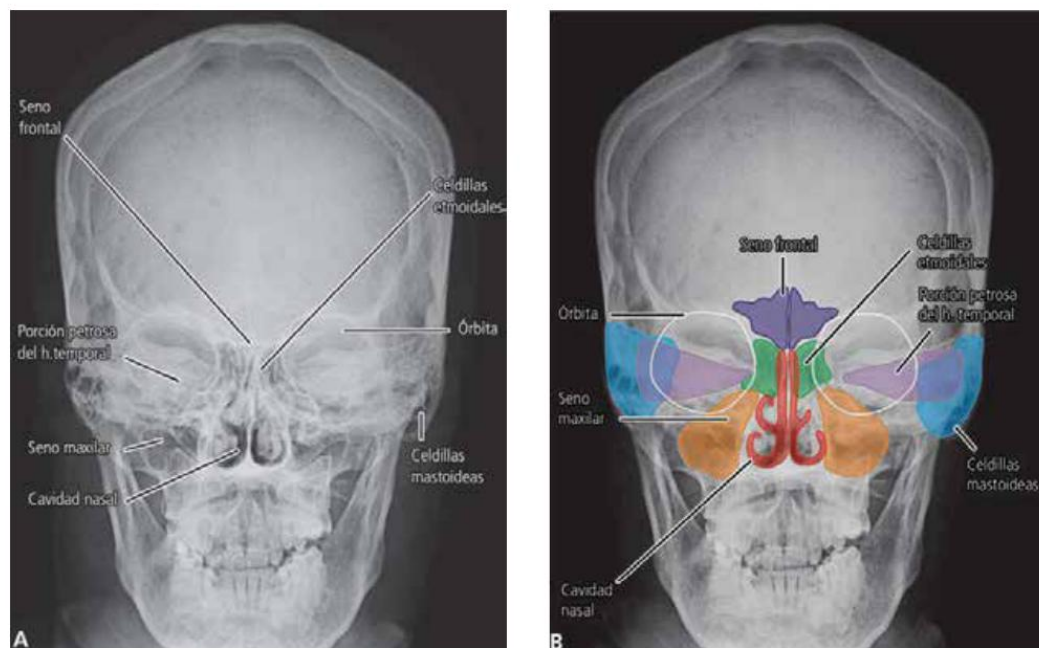


Fig. 16-2. A. Radiografía del cráneo en proyección posteroanterior, con leve flexión de la cabeza para la evaluación de los senos paranasales. **B.** Radiografía del cráneo en proyección posteroanterior, con coloreado de estructuras que se superponen.

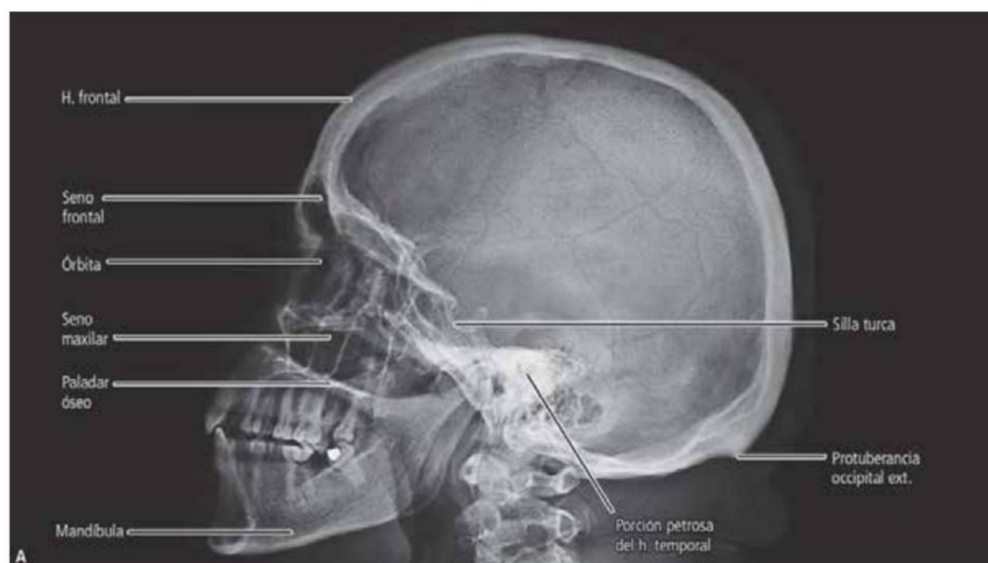


Fig. 16-3. A. Radiografía del cráneo en proyección lateral.

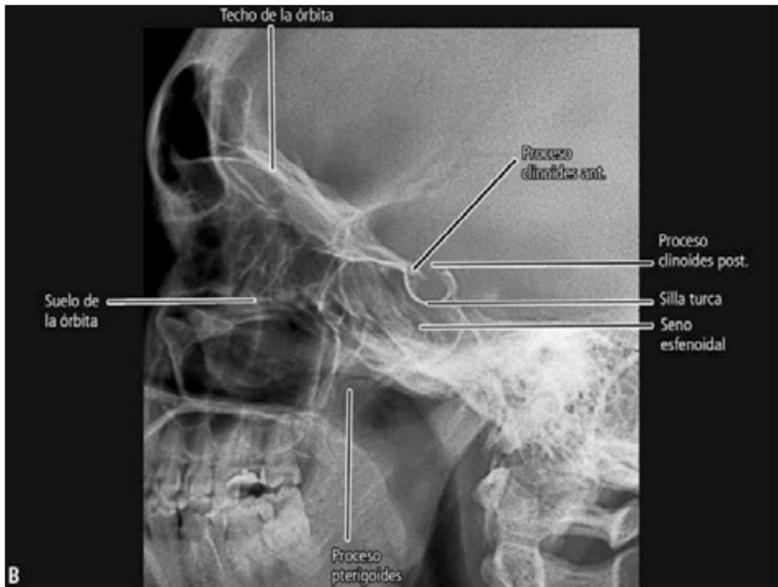


Fig. 16-3. B. Vista del detalle de la radiografía del cráneo en proyección lateral, focalizada en la silla turca.

las granulaciones aracnoideas calcificadas. En la base, la silla turca, el seno esfenoidal, el proceso clinoides, la porción basilar del occipital son perfectamente visibles, pero las mitades del cráneo están superpuestas.

PROYECCIONES DE BASE (CRÁNEO Y CARA). PROYECCIÓN DE HIRTZ

Es una proyección vertical y transversal que ofrece una excelente visión de la base del cráneo: órbitas, senos maxilares, etmoides, esfenoides, forámenes de la fosa cerebral media, maxilar, parte petrosa y mastoidea del temporal, foramen magno y diente del axis (**fig. 16-4**).

PROYECCIONES ESPECIALES

Son numerosas, cada una de ellas responde a una exigencia precisa: órbitas, conducto (canal) óptico, silla turca, proceso mastoides, etcétera.

Datos ampliatorios pueden obtenerse también asociando la radiografía del esqueleto con opacificación o contrastes creados en el sistema vascular (angiografía), en las cavidades del encéfalo (ventriculografías) o en los espacios subaracnoideos de las meninges (encefalografía gaseosa). Estas técnicas interesan especialmente para la exploración del encéfalo. Se tratarán en los capítulos correspondientes.

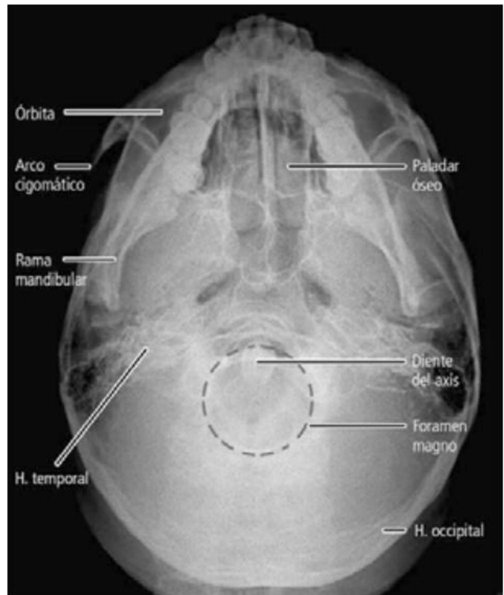


Fig. 16-4. Radiografía de la base del cráneo, en proyección de Hirtz.

Hueso hioides

Hueso impar, mediano y simétrico, está situado transversalmente en la parte anterior y superior del cuello, por encima de la laringe, por debajo de la lengua, por debajo y detrás de la mandíbula.

Muy móvil y aislado, no posee ninguna articulación inmediata con otros huesos.

Está unido a la laringe por ligamentos y músculos, y en particular se une también al proceso estiloides del hueso temporal mediante el ligamento estilohioideo. Forma parte del viscerocráneo.

POSICIÓN ANATÓMICA

Colocar hacia atrás la concavidad del hueso, hacia arriba el borde que presenta unas salientes: los pequeños cuernos (astas); orientar el hueso algo oblicuo hacia adelante y abajo.

DESCRIPCIÓN

En conjunto, adopta la forma de semicírculo, con un cuerpo mediano arciforme y unos cuernos laterales: astas mayores y menores (**fig. 17-1**).

Cuerpo

Es mediano, transversal y ligeramente convexo hacia adelante.

La cara anterior está dividida por una cresta transversal, cruzada a su vez por una cresta media. De allí surgen cuatro depresiones: las superiores dan inserción a los músculos genioglosos y las inferiores, a toda una serie de músculos de la lengua y del piso de la boca (milohioideos, geniohioideos, omohioideos, hioglosos). Un tubérculo denota a veces el entrecruzamiento de estas dos crestas (tubérculo hioideo); en este lugar se fija el tabique lingual, fibroso, situado sagitalmente en el centro de la lengua.

La cara posterior, cóncava, corresponde a las conexiones con el cartílago tiroides: membrana tirohioidea y músculo tirohioideo; enfrenta a la cara anterior del cartílago epiglotis, de la que está separado por el ligamento hioepiglótico.

El borde superior está orientado hacia la base de la lengua, mientras que el borde inferior da inserción al músculo esternohioideo.

Astas mayores

Están dirigidas hacia atrás, lateral y algo ligeramente hacia arriba (**fig. 17-1**). Su extremo posterior, engrosado, constituye un importante punto de referencia topográfico.

Presentan una cara superior, orientada en sentido algo lateral, en la que se insertan el músculo hiogloso y por fuera de él, el músculo constrictor medio de la faringe; más lateralmente y adelante, el músculo estilohioideo y la polea de reflexión del músculo digástrico. Su cara inferior cóncava y lisa, orientada medialmente, da inserción por su borde medial a la membrana tirohioidea; su borde lateral, más grueso que el medial, da inserción al músculo tirohioideo.

Astas menores

Están situadas en la unión del cuerpo con las astas mayores (**fig. 17-1**). Son independientes en el niño y se sueldan durante el crecimiento. Su vértice recibe al ligamento estilohioideo, y se halla sumergido en las inserciones de los músculos linguales.

ESTRUCTURA

Formado casi exclusivamente por tejido óseo compacto, se encuentran trazas de hueso esponjoso en el cuerpo y las astas mayores.

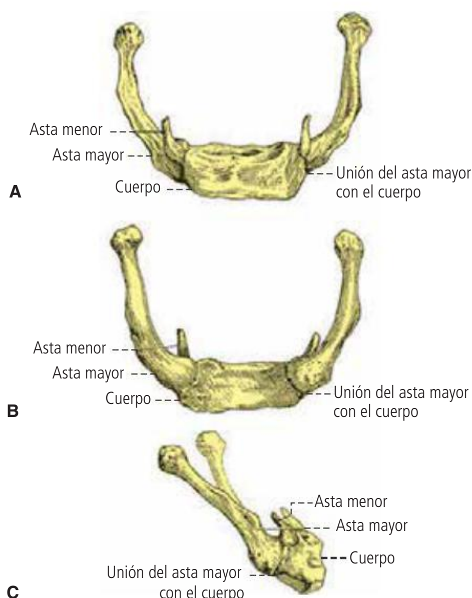


Fig. 17-1. Hueso hioides. A. Vista anterior. B. Vista posterior. C. Vista lateral derecha.

ANATOMÍA DE SUPERFICIE

El hueso es superficial adelante; por encima de la laringe se pueden palpar su cuerpo y sus caras laterales hasta la parte posterior de las astas mayores. Por detrás, y a los lados de estas, se palpa el latir de la arteria carótida externa. Por arriba, entre el hueso hioides y el borde inferior de la mandíbula, se encuentra la región suprahioidea.

DESARROLLO

El hueso hioides se desarrolla a expensas del 2.º y el 3.er arco faríngeo. Contribuyen a su formación seis puntos de osificación: dos para el cuerpo (8.º y 9.º mes), dos para las astas mayores (al mismo tiempo) y dos para las astas menores (mucho más tardíos, al final de la adolescencia).

APARATO HIOIDEO

Se designa con este nombre toda una serie de formaciones, derivadas del 2.º y 3.er arco faríngeo, que unen el hueso hioides a la base del cráneo. De estas formaciones, unas son fibrosas, otras cartilaginosas u óseas, y constituyen un conjunto en herradura cuyos extremos pertenecen al hueso temporal.

En efecto, dos elementos óseos tan alejados el uno del otro como lo son el hueso hioides y el estribo (huesecillo del oído), contenido en la cavidad timpánica, tienen un mismo origen embriológico (el cartílago de Reichert en el 2.º arco faríngeo).

Articulaciones de la cabeza con la columna vertebral. Músculos del cuello

IV

Véase **Guía topográfica:** *Cuello*

Articulaciones sinoviales del cráneo 18

En la unión de la cabeza con la columna participan tres piezas óseas:

A. Por parte de la cabeza: el **hueso occipital**.
B. Por parte de la columna vertebral: el **atlas** y el **axis**.

Existen así dos articulaciones:

A. La articulación **atlantooccipital**.
B. La articulación **atlantoaxoidea**; es el conjunto de las articulaciones que unen el atlas al axis, entre las cuales se distinguen:

- Articulación **atlantoaxoidea mediana**.
- Articulaciones **atlantoaxoideas laterales**, que presentan superficies articulares distintas, así como ciertos ligamentos que les son propios. Pero también constituyen un conjunto funcional, cuya realidad anatómica se confirma por la existencia de la membrana tectoria, que une los huesos privados de contacto articular.

Se estudiarán sucesivamente:

- Articulación atlantooccipital.
- Articulación atlantoaxoidea.
- Ligamentos: membrana tectoria.
- Relaciones generales de estas articulaciones.

ARTICULACIÓN ATLANTOOCCIPITAL

Se trata de una articulación sinovial de tipo elipsoideo.

Superficies articulares

La cara inferior del occipital presenta los dos cóndilos orientados hacia abajo y lateralmente. Son alargados, oblicuos de atrás hacia adelante y de lateral a medial, y convexos a la vez en sentido anteroposterior y transversal. El atlas posee, para recibir a los cóndilos occipitales, las dos carillas articulares superiores del atlas, cóncavas en todos los sentidos; responden con bastante exactitud a la forma de los cóndilos, por lo tanto, miran hacia arriba y medialmente.

Medios de unión

La cápsula se inserta en el contorno de las superficies articulares, y se halla reforzada por ligamentos gruesos: anteriores, posteriores y laterales; y delgado sobre su cara medial. No tienen identidad anatómica y funcional sino en la parte posterolateral. Con respecto a la membrana atlantooccipital posterior, forma una lámina fibrosa ancha, que va desde el borde posterior del foramen magno hasta el borde superior del arco posterior del atlas, tanto a la derecha como a la izquierda. Cubre, por atrás, el espacio occipitovertebral (**fig. 18-1**). Este espacio se utiliza para la punción suboccipital.

Sinovial

Existe una para cada una de las dos articulaciones: derecha e izquierda. Son lo bastante extensas para ser afectadas por inflamaciones e infecciones variadas (en ella puede localizarse la tuberculosis, participando en el mal de Pott suboccipital).

ARTICULACIÓN ATLANTOAXOIDEA

Comprende en realidad dos articulaciones distintas:

A. Articulación atlantoaxoidea lateral.
B. Articulación atlantoaxoidea mediana.

Articulación atlantoaxoidea lateral

Está constituida por dos articulaciones (una derecha y otra izquierda) que reproducen, entre el atlas y el axis, las articulaciones de las apófisis (procesos) articulares de las vértebras más inferiores; como estas, pertenecen a la categoría de las articulaciones sinoviales planas.

Superficies articulares

Del lado del atlas, las carillas articulares ocupan la cara inferior de las masas laterales y están orientadas hacia abajo y medialmente. Del lado del axis, las carillas situadas a cada lado de la base del diente del axis se encuentran orientadas hacia arriba y lateralmente. Poco importa que en el hueso seco estas superficies sean cóncavas en sentido transversal y planas en sentido anteroposterior. En efecto, su revestimiento cartilaginoso las transforma en superficies convexas en todos los sentidos, especialmente en el anteroposterior; esta disposición es muy favorable a los movimientos de las dos vértebras una sobre la otra (**fig. 18-2**).

Medios de unión

Existen dos cápsulas distintas reforzadas por pequeños ligamentos, sobre todo medialmente. Deben recordarse en particular:

- **Ligamento atlantoaxoideo anterior**, lámina fibrosa impar, tendida desde el borde inferior del arco anterior del atlas hasta la cara anterior del cuerpo del axis.
- **Ligamento atlantoaxoideo posterior**, también impar, es una lámina fibrosa insertada por arriba, en el arco posterior del atlas y en su tubérculo posterior, y abajo, en las láminas del axis y en la base de su apófisis (proceso) espinosa (es equivalente a los ligamentos amarillos de las articulaciones subyacentes).

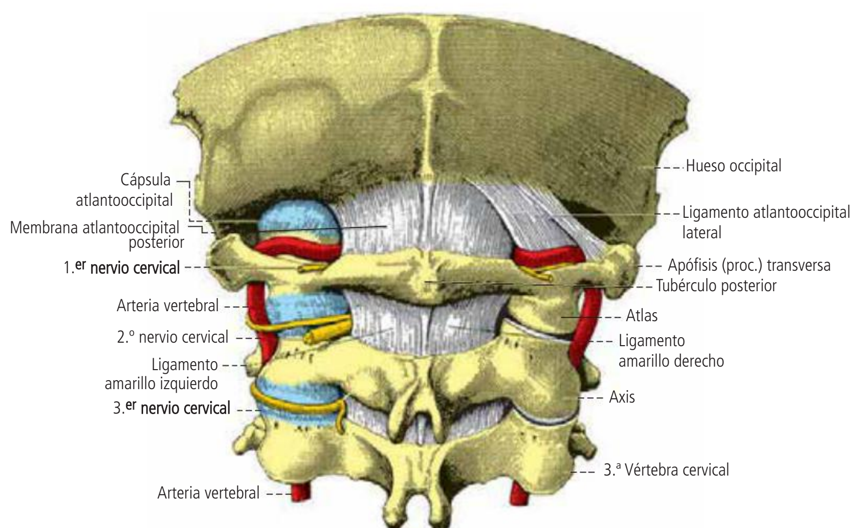


Fig. 18-1. Articulaciones atlantooccipital y atlantoaxoidea, vistas por detrás.

Sinovial

Muy laxa, en especial adelante, presenta pequeños refuerzos adiposos que rellenan las partes periféricas de la interlínea articular.

Articulación atlantoaxoidea mediana

Su anatomía determina, en gran parte, la libertad de movimiento de la cabeza con respecto a la columna vertebral. Es una trocoide.

Superficies articulares

Están constituidas por dos elementos:

A. Anillo atloideo, formación osteofibrosa constituida por:

- Hacia adelante, la cara posterior del arco anterior del atlas, que posee una pequeña superficie ovalada incrustada de cartílago, la **fosita del diente**, prolongada lateralmente por la cara medial de las masas laterales (**fig. 18-3**).
- Hacia atrás, el **ligamento transverso** del atlas, cinta fibrosa muy resistente, extendida desde una masa lateral hasta la otra, siguiendo un trayecto ligeramente cóncavo hacia adelante. Está unida al borde anterior del foramen magno por un **haz ascendente** (fascículo longitudinal superior) y a la cara posterior del cuerpo del axis por un **haz descendente** (fascículo longitudinal inferior). El conjunto adopta la forma de una cruz: es el **ligamento cruciforme del atlas** (**fig. 18-4**).

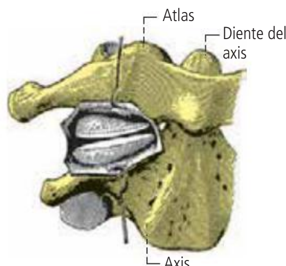


Fig. 18-2. Carillas articulares del atlas y del axis.

B. Diente del axis, presenta dos carillas articulares:

- Una anterior para el arco anterior del atlas (**articulación atlantoaxoidea mediana anterior**)
- Una posterior para el ligamento transverso del atlas (**articulación atlantoaxoidea mediana posterior**).

Medios de unión

Se trata esencialmente de la **membrana tectoria**, la que asegura el contacto entre el atlas y el diente del axis. Este último se halla sólidamente encajado en el anillo osteofibroso, en el cual puede girar libremente.

Sinoviales

Son distintas por delante y por detrás, donde tapizan a cada una de las pequeñas cápsulas, difíciles de identificar.

LIGAMENTOS ENTRE EL OCCIPITAL Y EL AXIS

Entre los ligamentos que van desde el occipital hasta el axis se deben distinguir aquellos que van al cuerpo del axis de aquellos que van al diente del axis.

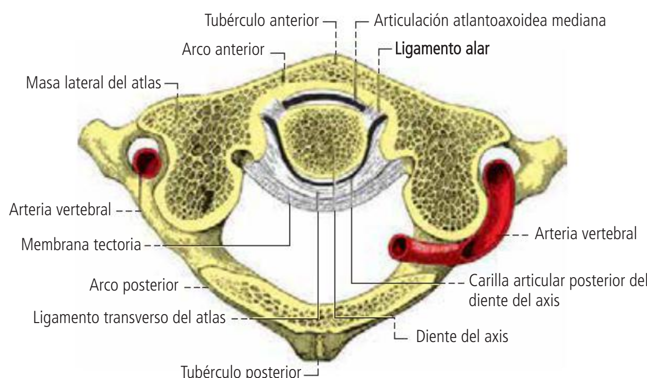


Fig. 18-3. Corte horizontal que pasa por la articulación atlantoaxoidea medial.

Membrana tectoria

Es la poderosa lámina contenida en el interior del conducto (canal) vertebral, que se extiende desde los bordes anterior y lateral del foramen magno hasta la cara posterior del cuerpo del axis, y se puede dividir en tres formaciones, una medial y dos laterales (**figs. 18-4** y **18-5**).

A. **Membrana tectoria** [ligamento occipitoaxoideo medio]: se trata de un ligamento impar, que llega al axis pasando por detrás del diente del axis y del ligamento transverso.
B. **Membrana tectoria accesoria** [ligamentos occipitoaxoideos laterales]: en número de dos fascículos, tapizan la cara profunda de las articulaciones atlantooccipital y atlantoaxoidea.

Ligamentos del diente del axis

También se dividen, de modo bastante artificial, en tres ligamentos distintos, uno mediano y dos laterales (**fig. 18-4**). Constituyen el potente conjunto que sujeta el diente del axis al borde del foramen magno.

A. **Ligamento del vértice del diente** [suspensor del diente]: es un cordón fibroso muy corto que va de la parte anterior del foramen magno al vértice del diente del axis.
B. **Ligamentos alares:** en número de dos, derecho e izquierdo, ambos son muy cortos y poderosos. Se originan en la cara medial y anterior de los cóndilos occipitales y terminan a los lados de la parte superior del diente del axis.

Es necesario añadir a esos ligamentos un par de cintas fibrosas que tapizan el conjunto articular por delante y detrás:

A. **Ligamento longitudinal anterior** [vertebral común]: se extiende desde el borde y superficie anterior del foramen magno del hueso occipital hacia inferior, por la superficie anterior de los cuerpos vertebrales.
B. **Ligamento longitudinal posterior** [vertebral común]: se origina también en el foramen magno en su borde anterior; separa a la membrana tectoria del conducto (canal) vertebral.

Un corte sagital mediano (**fig. 18-5**) permite comprobar el espesor de las formaciones ligamentosas y su respectiva disposición en planos.

RELACIONES GENERALES DE ESTAS ARTICULACIONES

Es necesario considerarlas por fuera y por dentro del conducto (canal) vertebral.

Relaciones externas

Se establecen entre articulaciones extremadamente profundas, ocultas bajo la base del cráneo, por detrás del macizo facial, disimuladas lateralmente por los procesos mastoides y cubiertas atrás por el conjunto de los músculos de la nuca. Su exploración clínica es difícil y su visión radiológica exige técnicas e incidencias (radiografías con la boca abierta, incidencias de 3/4, tomografías).

Relaciones internas

Rodean al sistema nervioso en el punto en que la médula oblongada se continúa con la médula espinal. Allí se encuentran centros nerviosos de importancia vital que explican el indudable peligro de las luxaciones altas de la columna cervical y de la fractura del diente del axis (véase **fig. 24-14**).

Se deben recordar, también, las relaciones de estas articulaciones con:

- La **arteria vertebral**, que penetra en el conducto (canal) vertebral contorneando la cara posterior de las masas laterales del atlas.
- El **2.º nervio cervical**, originado de las raíces espinales del 2.º segmento medular, cuya ramo posterior (nerviooccipital mayor) puede sufrir a causa de los desplazamientos excesivos y anormales de las tres piezas óseas (**fig. 18-1**).

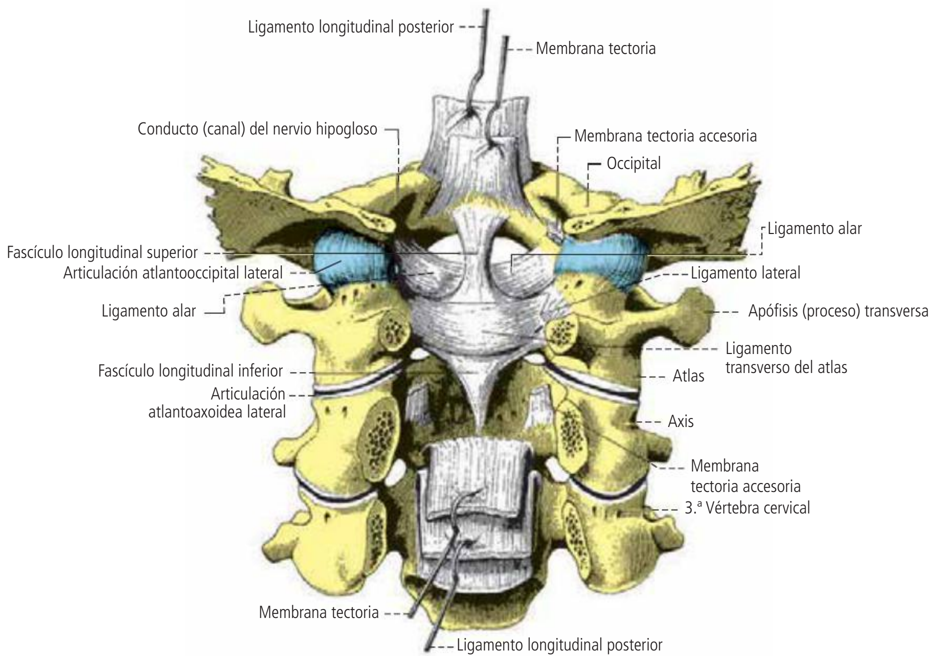


Fig. 18-4. **Ligamento cruciforme del atlas. Vista posterior.**

ANOMALÍAS

La "bisagra" cervicooccipital presenta frecuentes anomalías debidas esencialmente al esqueleto (occipitalización del atlas, por ejemplo). Estas anomalías causan perturbaciones y dolores en los movimientos de la cabeza sobre la columna cervical.

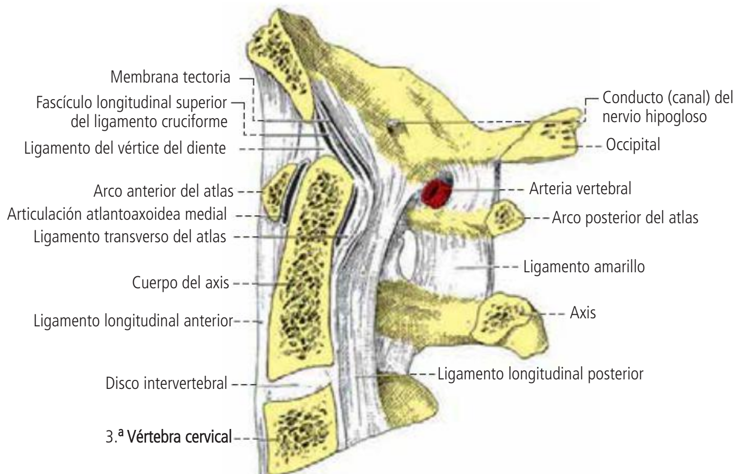


Fig. 18-5. **Corte sagital de las articulaciones atlantooccipitales (según Spalteholz).**

Músculos del cuello

Los músculos del cuello aseguran los movimientos de la cabeza y de la columna vertebral cervical. Su distribución topográfica corresponde a una distinción funcional:

– Músculos dorsales, extensores.
– Músculos laterales, rotadores o flexores laterales.
– Músculos ventrales, prevertebrales, flexores, a los que es menester agregar los músculos que se insertan en el hueso hioides.

La acción de estos músculos se estudiará más adelante.

Músculos de la región cervical posterior

En número de ocho, estos músculos están dispuestos en tres planos:

A. Plano de los músculos esplenios del cuello y de la cabeza.
B. Plano de los músculos semiespinoso de la cabeza y longísimo de la cabeza.
C. Plano profundo con el semiespinoso del cuello, los rectos posteriores mayor y menor de la cabeza, y los oblicuos mayor y menor de la cabeza.

Luego de la descripción de este grupo muscular, se abordará su inervación.

No se estudiarán aquí dos músculos que también ocupan esta región: el trapecio y el elevador de la escápula, que son músculos del hombro (véase **cap. 55**).

PLANO DE LOS MÚSCULOS ESPLENIOS

Músculos esplenios

Inserciones y constitución anatómica. Los músculos esplenios se insertan por abajo y medialmente en los procesos espinosos de la 7.ª vértebra cervical, de las 4 o 5 primeras vértebras torácicas, así como en los ligamentos interespinosos entre los procesos espinosos correspondientes y en el tercio inferior del ligamento nucal (**figs. 19-1** y **19-2**). El cuerpo muscular, ancho y aplanado, asciende verticalmente para fijarse arriba en la línea nucal superior del occipital y en la cara lateral del proceso mastoides (el músculo **esplenio de la cabeza**), y en el tubérculo posterior de los procesos transversos de las 3 primeras vértebras cervicales (atlas, axis y 3ª cervical) (el músculo **esplenio del cuello**).

Relaciones. Estos músculos se encuentran cubiertos por el plano de los músculos trapecio y esternocleidomastoideo, y cubren a su vez el plano del semiespinoso y el longísimo de la cabeza. Su borde lateral está en contacto con el elevador de la escápula. Su borde medial se separa del plano mediano en la parte superior del músculo. Junto con su homólogo contralateral, constituye el triángulo de los esplenios, donde se ve el siguiente plano muscular.

PLANO DE LOS MÚSCULOS SEMIESPINOSO Y LONGÍSIMO DE LA CABEZA

Músculo semiespinoso de la cabeza [complexo mayor]

Músculo ancho, ocupa toda la región de la nuca a ambos lados del plano mediano (**figs. 19-1** a **19-3**).

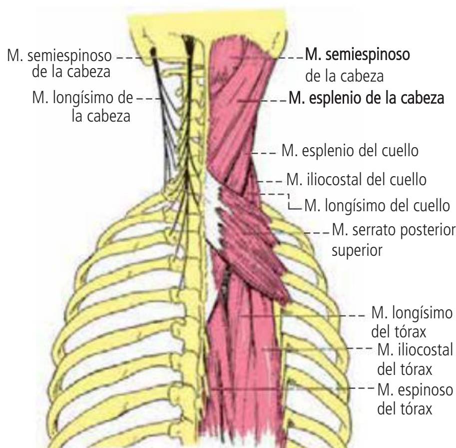


Fig. 19-1. Músculos de la nuca, plano superficial, vista posterior.

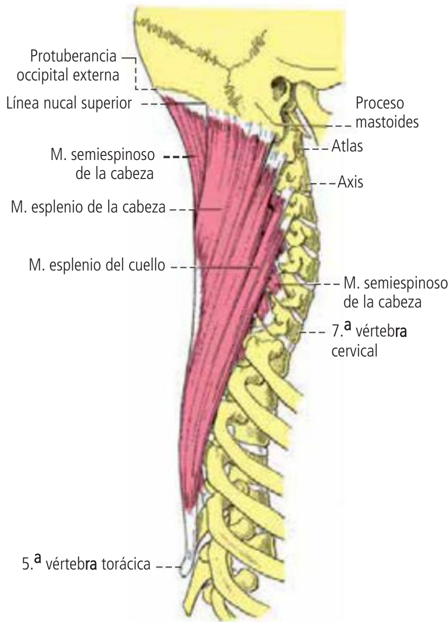


Fig. 19-2. **Músculos esplenio y semiespinoso, vista lateral derecha.**

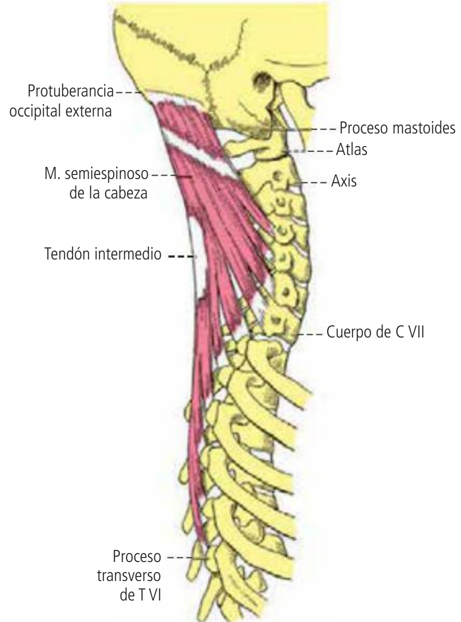


Fig. 19-3. **Músculo semiespinoso de la cabeza, vista lateral derecha.**

Inserciones. Del lado de la columna vertebral, se inserta en los procesos transversos de las 5 primeras vértebras torácicas y en la base de los procesos transversos de las 4 o 5 últimas vértebras cervicales.

En el occipital, se inserta entre las líneas nucales superior e inferior.

La parte medial del músculo puede estar interrumpida por un tendón intermedio.

Relaciones. Situado en el plano que sigue en profundidad al de los esplenios, plano al que desborda medialmente, a su vez cubre al grupo de los músculos profundos. El músculo longísimo de la cabeza se encuentra lateral a él.

Músculo longísimo de la cabeza [complexo menor]

Es vertical y lateral (**figs. 19-1** y **19-5**).

Inserciones. Del lado vertebral, se inserta en los tubérculos posteriores de los procesos transversos de las 4 últimas vértebras cervicales. Del lado de la cabeza, se inserta en el vértice y en el borde posterior del proceso mastoides. Está constituido por una lámina muscular estrecha, originada en numerosas lengüetas tendinosas.

Relaciones. Está situado lateralmente al semiespinoso de la cabeza, profundo a los esplenios y medial al elevador de la escápula.

PLANO PROFUNDO

Músculo semiespinoso del cuello

Representa en la nuca al grupo de músculos semiespinosos que forman parte de los músculos transversoespinosos del dorso, cuya estructura compleja se describió en el **capítulo 6**.

Como estos músculos, el semiespinoso del cuello se origina en los tubérculos posteriores de los procesos transversos de las 5 primeras vértebras torácicas y termina en el vértice de los procesos espinosos de las 5 últimas vértebras cervicales. Puede llegar al proceso espinoso del axis (**fig. 19-5**). Sus fibras musculares tienen una dirección oblicua ascendente y convergente, entre los procesos transversos de las primeras vértebras torácicas y las espinosas de las cervicales. Cubre a los músculos multífidos de la región.

Músculo recto posterior mayor de la cabeza

Une el axis con el occipital (**figs. 19-4** y **19-5**).

Inserciones. Abajo y medial, en el proceso espinoso del axis. Arriba y lateral, en la mitad lateral de la línea nucal inferior del occipital. Es un músculo triangular con vértice inferior, dirigido oblicuamente de abajo hacia arriba y de medial a lateral.

Relaciones. Está situado medial a los músculos oblicuos, lateral al recto posterior menor de la cabeza, profundo con respecto al plano del semiespinoso de la cabeza y aplicado directamente a la cara posterior de las dos primeras vértebras.

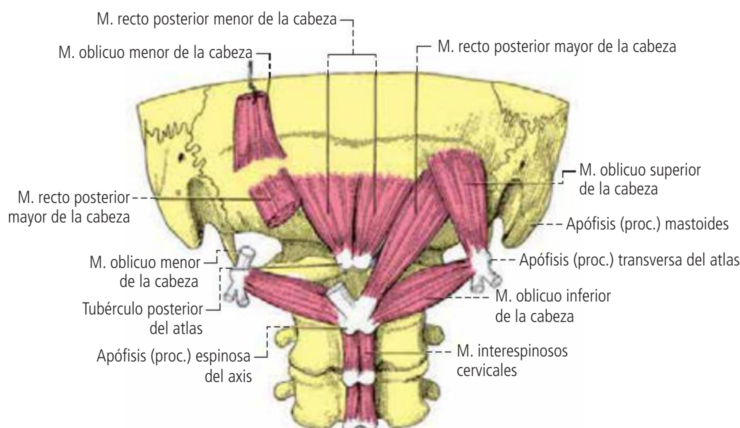


Fig. 19-4. Músculos suboccipitales, plano profundo.

Músculo recto posterior menor de la cabeza

Inserciones. Su inserción de origen se produce en el tubérculo posterior del atlas. Aplanado y triangular, asciende en sentido vertical y se inserta en la mitad medial de la línea nucal inferior, y por debajo de esta en la escama del occipital (**fig. 19-4**).

Relaciones. Tapiza la membrana atlantooccipital posterior y contacta medialmente con su homólogo del lado opuesto. Queda medial y algo más profundo que el músculo recto posterior mayor de la cabeza.

Músculo oblicuo inferior [mayor] de la cabeza

Es un músculo bastante voluminoso, rectangular, que une el axis con el atlas (**figs. 19-4** y **19-5**).

Inserciones. Abajo y medialmente, se inserta en el proceso espinoso del axis, desde donde se dirige, en un trayecto oblicuo hacia arriba y lateral, al proceso transverso del atlas.

Relaciones. Cubre la membrana atlantooccipital posterior y está cubierto a su vez por el semiespinoso de la cabeza. Se observan sus relaciones con la arteria vertebral por delante y con el nervio occipital mayor por atrás.

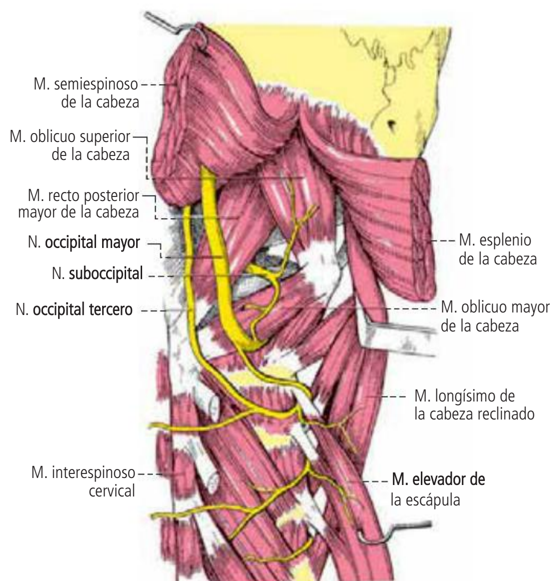


Fig. 19-5. Músculos de la nuca, plano de los músculos oblicuos y de los músculos rectos.

Músculo oblicuo superior [menor] de la cabeza

Aplanado y triangular, une el atlas al occipital (**fig. 19-4**).

Inserciones. Por abajo se inserta en el proceso transverso del atlas y desde allí asciende verticalmente para llegar a la línea nucal inferior del occipital, en sentido lateral y algo arriba de la inserción del recto mayor.

Relaciones. Junto con los músculos recto posterior mayor y oblicuo mayor, delimita un **triángulo suboccipital** [de Tillaux]. Este espacio triangular es atravesado por el ramo posterior del 1.er nervio cervical (que forma al nervio suboccipital) y en el fondo se encuentra cruzando en forma transversal, de lateral hacia medial, la arteria vertebral, ubicada en su surco del atlas (**fig. 19-5**). El nervio occipital mayor cruza superficialmente la parte medial de este triángulo, llevando una dirección vertical, luego de haber rodeado el borde inferior del músculo oblicuo mayor de la cabeza.

En esta región también podemos identificar los músculos interespinosos del cuello, uniendo los procesos espinosos de las vértebras cervicales (**cap. 6**).

INERVACIÓN DE LOS MÚSCULOS DE LA NUCA

Cada músculo recibe uno o varios ramos provenientes de los **ramos posteriores de los nervios espinales cervicales**. Los músculos del plano profundo están inervados por el 1.er y por el 2.º nervio cervical. Este último forma el **nervio occipital mayor** [suboccipital de Arnold] luego de recibir ramos comunicantes de C1 y C3. Los otros músculos de la nuca reciben ramos nerviosos provenientes desde el 2.º hasta el 8.º nervio cervical (**fig. 19-5**).

VASCULARIZACIÓN

Los músculos de la nuca reciben ramas de la arteria occipital, rama de la carótida externa.

Músculos de la región lateral del cuello

En número de cinco, son: dos superficiales, el platisma y el esternocleidomastoideo, y tres profundos, los tres escalenos (anterior, medio y posterior).

En razón de su acción idéntica se estudiarán también los músculos intertransversos del cuello y el recto lateral de la cabeza.

PLANO SUPERFICIAL

Músculo platisma [cutáneo del cuello]

Es un músculo ancho y delgado, que excede los límites del cuello por abajo, sobre el tórax, y por arriba, sobre la cara (**fg. 19-6**).

Inserciones y descripción. Se inserta abajo, en la tela subcutánea de las regiones infraclavicular, deltoidea y acromial.

A partir de allí se ubica una lámina delgada, situada entre la piel y la fascia superficial, que se dirige hacia arriba y adelante para insertarse:

- Sobre la mandíbula, en la sínfisis mandibular, en el tercio anterior de la línea oblicua y en el cuerpo de este hueso.
- Por debajo del orificio de la boca, entrecruzando sus fibras con los músculos cutáneos a este nivel.
- En los tegumentos del mentón y de la comisura labial.

Relaciones. La cara superficial se corresponde con la piel, a la que se adhiere por abajo de una manera íntima y de la que se halla separado por arriba por tejido adiposo. La cara profunda se aplica a la lámina superficial de la fascia cervical y recubre la parte anterolateral del cuello. El borde anterior forma con el del lado opuesto un amplio triángulo con vértice mentoniano y base torácica.

Inervación. Está asegurada por el ramo cervical del nervio facial.

Acción. No tiene una acción efectiva en los movimientos de la cabeza pero participa en la mímica, llevando hacia abajo la piel del mentón y de la comisura labial (tristeza, decepción).

Músculo esternocleidomastoideo

Es un músculo voluminoso y largo que une el proceso mastoides y el occipital a la parte superior del tórax (**figs. 19-7** y **19-8**).

Inserciones y constitución anatómica. Las inserciones son inferiores y superiores:

- Abajo, el músculo se inserta sobre la clavícula y el esternón. El fascículo esternal se inserta en la cara anterior del manubrio esternal a través de un tendón potente, cuyas fibras más mediales a menudo se entrecruzan con las del lado opuesto. El haz (manojo) clavicular se inserta en la parte posterior de la cara superior del tercio medial de la clavícula por medio de cortas fibras tendinosas y carnosas entremezcladas. Estos dos extremos inferiores, al principio diferenciados, se reúnen algo más arriba y forman con la clavícula un triángulo [de Sedillot] en el cual se encuentra la fosa supraclavicular menor.
- Arriba, dispone de inserciones muy poderosas en el proceso mastoides (vértice, cara lateral y borde posterior), así como en la línea nucal superior, superficialmente al músculo esplenio.

Cuerpo muscular. Oblicuo hacia arriba y atrás. Clásicamente, se lo divide en cuatro fascículos: tres superficiales: esternomastoideo, esternooccipital, cleidooccipital, y uno profundo: cleidomastoideo.

El desarrollo embrionario del músculo puede alterarse. En estos casos, partes del músculo están reemplazadas por una cuer-

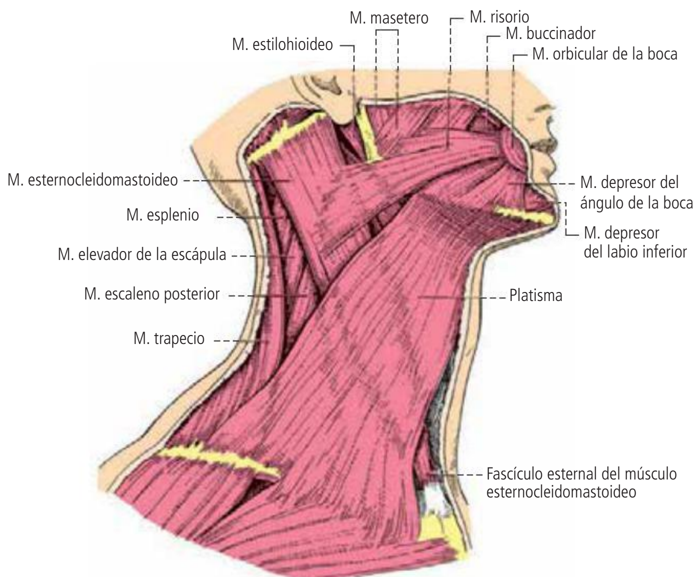


Fig. 19-6. **Músculos del cuello, vista lateral.**

da fibrosa que atrae la cabeza hacia el tórax y hacia el costado: es el tortícolis congénito. Su corrección se realiza con una operación quirúrgica que secciona el músculo (tenotomía).

Relaciones. Este músculo, contenido en un desdoblamiento de la lámina superficial de la fascia cervical, posee dos caras y dos bordes:

A. La cara superficial está cubierta por el platisma (**fig. 19-6**) y la piel. Las cruzan la vena yugular externa y ramos superficiales del plexo cervical. El relieve del músculo es nítidamente visible bajo la piel.

B. La cara profunda forma la pared lateral de la región carotídea. Se halla, pues, en relación con el paquete vasculonervioso del

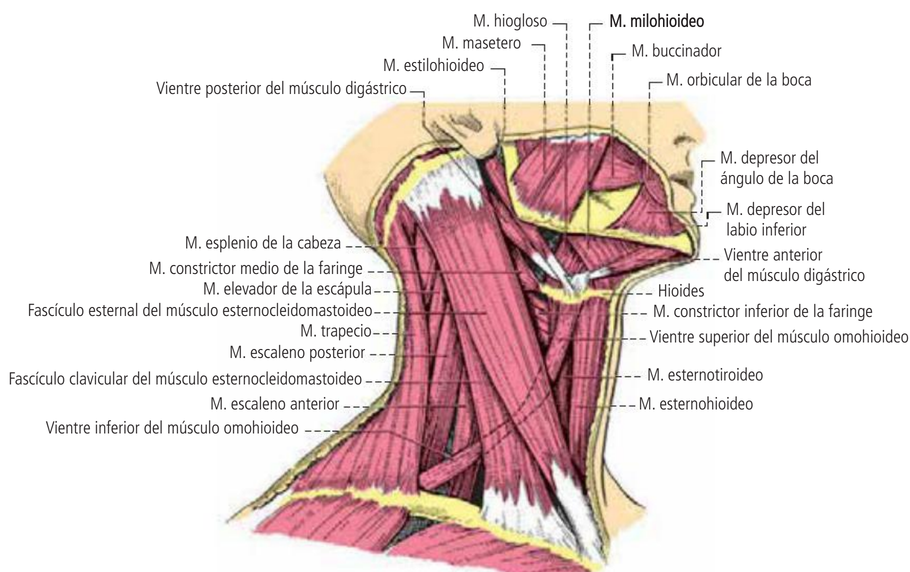


Fig. 19-7. **Músculos del cuello, vista lateral, luego de resecar el platisma.**

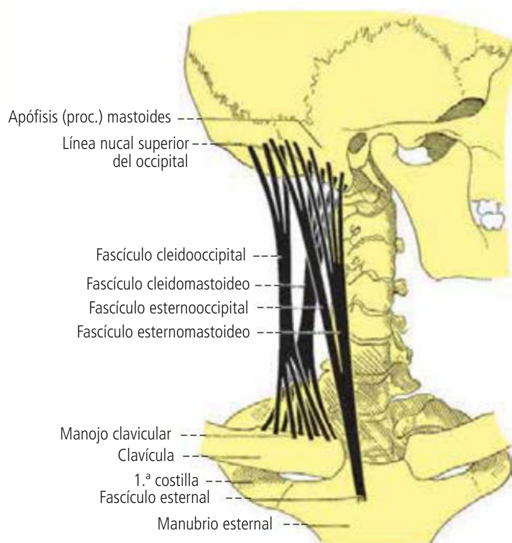


Fig. 19-8. Esquema de la constitución del músculo esternocleidomastoideo.

cuello (arterias carótidas, vena yugular interna, nervio vago y nodos linfáticos). Estas relaciones cambian de abajo hacia arriba y el músculo se relaciona sucesivamente con la base del cuello, con la región carotídea media (lóbulo de la glándula tiroides) y con la región carotídea superior, donde la arteria se bifurca en carótida interna y externa. Más arriba, el músculo está cruzado, en la profundidad, por el vientre posterior del músculo digástrico y por la arteria occipital.

C. El borde anterior limita lateralmente la región infrahioidea y carotídea media. Más arriba, se une al ángulo de la mandíbula por medio del tracto angular de la fascia cervical [cintilla submaxiloparotídea], sobre el que se apoya la glándula parótida.

D. El borde posterior se relaciona a distancia con el borde anterior del trapecio, del que se aparta de arriba hacia abajo, delimitando el triángulo lateral del cuello [supraclavicular]. Este borde es cruzado por los ramos superficiales del plexo cervical.

Las relaciones del músculo varían con la posición de la cabeza (rotación medial, posición recta o rotación lateral).

Inervación. Está asegurada por el ramo externo del nervio accesorio [espinal], que se comunica, en la cara profunda del músculo, con un ramo del plexo cervical proveniente del 2.º nervio cervical (**fig. 19-9**).

PLANO PROFUNDO

Está ocupado por la masa de los músculos escalenos, los músculos intertransversos y por el recto lateral de la cabeza.

Músculos escalenos

Constituyen una masa cónica que se extiende desde los procesos transversos de las vértebras cervicales hasta las dos primeras costillas.

Se describen tres músculos escalenos: anterior, medio y posterior (**figs. 19-10** y **19-11**).

Inserciones y constitución anatómica

- **Músculo escaleno anterior.** Se inserta arriba, en el tubérculo anterior de los procesos transversos de la 3.ª, 4.ª, 5.ª y 6.ª vértebra cervical. Los tendones de inserción se dirigen oblicuos hacia abajo y lateralmente. Se reúnen para constituir el cuerpo carnoso, cilíndrico, que se estrecha abajo en un tendón único, formado por fibras tendinosas y carnosas entremezcladas. Este tendón se fija en el borde medial de la cara superior de la 1.ª costilla, donde da origen al **tubérculo del músculo escaleno anterior** [de Lisfranc]. Algunas de sus fibras mediales van a reforzar el diafragma cervicotorácico.
- **Músculo escaleno medio.** Se inserta también en el tubérculo anterior de los procesos transversos de las 2.ª, 3.ª, 4.ª, 5.ª y 6.ª vértebra cervical, así como en el proceso transverso de la 7.ª cervical. Se ubica por detrás del músculo precedente y llega al surco del nervio espinal de los procesos transversos. El cuerpo muscular, originado por seis lengüetas, se dirige hacia abajo y lateralmente. Se inserta en la cara superior de la 1.ª costilla, por detrás del surco de la arteria subclavia (**fig. 19-10**) y emite un fascículo para la cara superoexterna de la 2.ª costilla.
- **Músculo escaleno posterior.** Posee solo tres lengüetas de inserción sobre el tubérculo posterior de los procesos transversos de las 4.ª, 5.ª y 6.ª vértebra cervical. Situado por detrás y lateral al músculo precedente, se dirige hacia abajo, lateralmente y atrás, para insertarse en el borde superior y en la cara lateral de la 2.ª costilla.

Relaciones. Los tres músculos escalenos forman una masa aparentemente indivisa, por lo menos en su parte superior, pero existen dos importantes espacios que separan a los escalenos en la parte inferior.

Relaciones de los músculos entre sí: de los dos espacios interescalénicos, el más importante es el que separa el escaleno anterior del escaleno medio [hiato interescalénico]. Aparece netamente en la parte media de estos músculos, para ensancharse en forma progresiva de arriba hacia abajo, dibujando un triángulo cuya base está colocada sobre la 1.ª costilla. En este espacio se sitúan: abajo y adelante, la arteria subclavia, apoyada sobre la 1.ª costilla; arriba y arás, los troncos del plexo braquial, entre los que se introduce la arteria dorsal de la escápula, rama de la arteria subclavia. Este espacio comunica las regiones medial y lateral de la fosa supraclavicular (intraescalénicas y extraescalénicas).

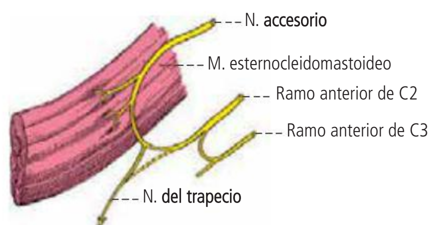


Fig. 19-9. Esquema de la inervación del músculo esternocleidomastoideo y del músculo trapecio.

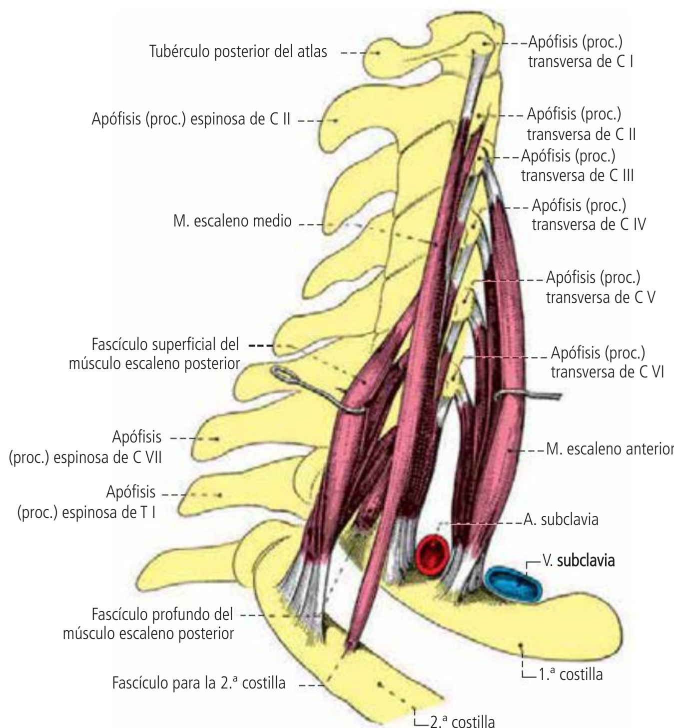


Fig. 19-10. **Músculos escalenos, vista lateral derecha.**

Más arriba, los nervios constitutivos del plexo cervical atraviesan la masa escalénica. Se ve así emerger al nervio frénico en el borde lateral del escaleno anterior, por delante del escaleno medio.

El espacio entre el escaleno medio y el escaleno posterior es mucho menos evidente.

Relaciones a distancia: por delante, la cara anterior del escaleno anterior es cruzada en forma diagonal (como una X muy alargada) por el nervio frénico, contenido en la lámina prevertebral de la fascia cervical. Un poco más lejos, el músculo se relaciona de este modo: en su región inferior, con los elementos de la fosa supraclavicular mayor (vena subclavia, ramas colaterales de la arteria subclavia, cuerpo adiposo [de Merkel], omohioideo contenido en la lámina pretraqueal de la fascia cervical [aponeurosis cervical media], clavícula y músculo esternocleidomastoideo); en su región superior constituye el plano profundo de la fosa supraclavicular menor. El tronco simpático cervical y la arteria tiroidea inferior quedan por delante del músculo. En su borde medial, los escalenos rebasan hacia abajo la cúpula pleural y entran en relación con la arteria vertebral, el ganglio cervicotorácico (estrellado) del simpático y las venas profundas de la base del cuello; más arriba, están separados de los músculos prevertebrales por un surco ubicado por delante de los procesos transversos cervicales. Lateralmente, los escalenos constituyen un macizo muscular convexo en el fondo del triángulo lateral del cuello, región limitada por el trapecio y el esternocleidomastoideo. Atrás, se relacionan medialmente con los músculos de la nuca; lateralmente, se encuentran cubiertos por el trapecio y el elevador de la escápula; el escaleno posterior oculta la parte posterior de la 1.ª y 2.ª costilla, perturbando su acceso quirúrgico.

Inervación. La proporcionan ramas del plexo cervical, raíces anteriores para los escalenos anterior y medio, raíces posteriores para el escaleno posterior.

Músculos intertransversos del cuello

Cada espacio intertransverso cuenta con dos músculos (anterior y posterior). Se insertan en el borde inferior del proceso transverso que está por encima y en el borde superior (acanalado) del proceso transverso que está por debajo; el anterior, en el borde anterior del surco del nervio espinal y el posterior, en el borde posterior de este surco (**fig. 19-11**).

Determinan así un espacio triangular por el que transcurren la arteria y las venas vertebrales, que ascienden verticalmente, y los ramos anteriores de los nervios cervicales, cuya dirección es transversal como el surco que los aloja, cruzando la arteria por detrás. Son inervados por un ramo posterior del nervio cervical.

Músculo recto lateral de la cabeza

Se lo considera el primer músculo intertransverso del cuello. Se inserta por abajo, sobre el proceso transverso del atlas, y arriba, en el proceso yugular del occipital. Cubre por delante a la

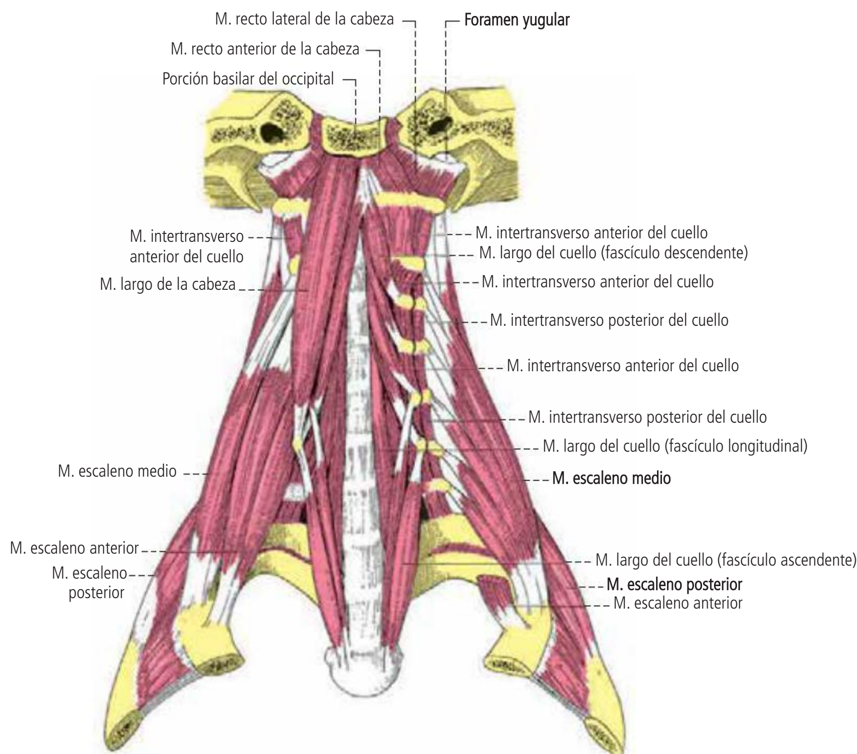


Fig. 19-11. **Músculos profundos del cuello, vista anterior.**

arteria vertebral y constituye el plano posterior (parte lateral) del espacio retroestíleo (**fig. 19-11**).

Está inervado por un ramo colateral del ramo anterior del 1.er nervio cervical.

Músculos anteriores del cuello

MÚSCULOS PREVERTEBRALES

Son el músculo largo de la cabeza, el recto anterior de la cabeza y el largo del cuello.

Músculo largo de la cabeza [recto anterior mayor de la cabeza]

Inserciones. Se inserta abajo, mediante lengüetas tendinosas, sobre los tubérculos anteriores de los procesos transversos de las 3.ª, 4.ª, 5.ª y 6.ª vértebra cervical. Plano y triangular, se dirige hacia arriba y medialmente, para fijarse en la porción basilar del occipital.

Relaciones. Está tapizado por la lámina prevertebral de la fascia cervical que lo separa del espacio retroestíleo. Cubre por atrás a los dos músculos siguientes (**fig. 19-11**).

Inervación. Recibe nervios profundos del plexo cervical.

Músculo recto anterior de la cabeza [recto anterior menor de la cabeza]

Une al atlas con la base del cráneo.

Inserciones. Se inserta abajo, sobre el proceso transverso y la masa lateral del atlas. Se dirige hacia arriba y medialmente para fijarse en la porción basilar del occipital y en la parte adyacente de la porción petrosa del temporal.

Relaciones. Se halla oculto adelante por el músculo largo de la cabeza y cubre, por atrás, la articulación atlantooccipital (**fig. 19-11**).

Inervación. Está inervado por el 1er nervio cervical.

Músculo largo del cuello

Es un músculo complejo que une entre sí a las vértebras cervicales y a las tres primeras vértebras torácicas (**fig. 19-11**).

Inserciones. Se distinguen tres porciones:

A. Porción oblicua descendente, se extiende desde el tubérculo del atlas hasta los tubérculos anteriores de los procesos transversos de las 3.ª, 4.ª, 5.ª y 6.ª vértebra cervical.

B. Porción oblicua ascendente; se origina del cuerpo de las tres primeras vértebras torácicas para alcanzar, por medio de tendones, los tubérculos anteriores de los procesos transversos de las 4.ª, 5.ª y 6.ª vértebra cervical.

C. Porción longitudinal, situada medialmente a las dos precedentes, está formada por tendones que se insertan en la cara anterior de los cuerpos vertebrales, desde el atlas hasta la 3ª vértebra torácica. Ellos dan origen a un cuerpo muscular alargado que cubre estas vértebras.

El músculo así constituido tiene la forma de un triángulo alargado, con vértice lateral y base medial, que responde al plano mediano de la columna cervical.

Relaciones. Está cubierto lateralmente y por arriba por el músculo largo de la cabeza. En la línea mediana se halla tapizado por la lámina prevertebral, que lo separa del espacio retrofaríngeo, arriba, y del retroesofágico, abajo. Está directamente aplicado a los cuerpos vertebrales por atrás.

Inervación. Se origina de los ramos anteriores de los cuatro primeros nervios cervicales.

MÚSCULOS DEL HUESO HIOIDES

Los músculos que se insertan en el hueso hioides son ocho: cuatro son **infrahioideos**, el esternohioideo, el esternotiroideo, el omohioideo y el tirohioideo, y cuatro son **suprahioideos**, el digástrico, el estilohioideo, el milohioideo y el geniohioideo.

Músculos infrahioideos

Son músculos generalmente delgados, aplastados, situados lejos de la columna vertebral y dispuestos en un plano superficial (esternohioideo y omohioideo) y un plano profundo (esternotiroideo y tirohioideo).

Músculo esternohioideo

Inserciones. Se inserta abajo, en el cuarto medial del borde posterior de la clavícula, en la cara posterior del ligamento esternoclavicular, en la mitad lateral del manubrio esternal y en el 1er cartílago costal. Desde aquí se dirige hacia arriba para terminar en el borde inferior del cuerpo del hueso hioides (**fig. 19-12**).

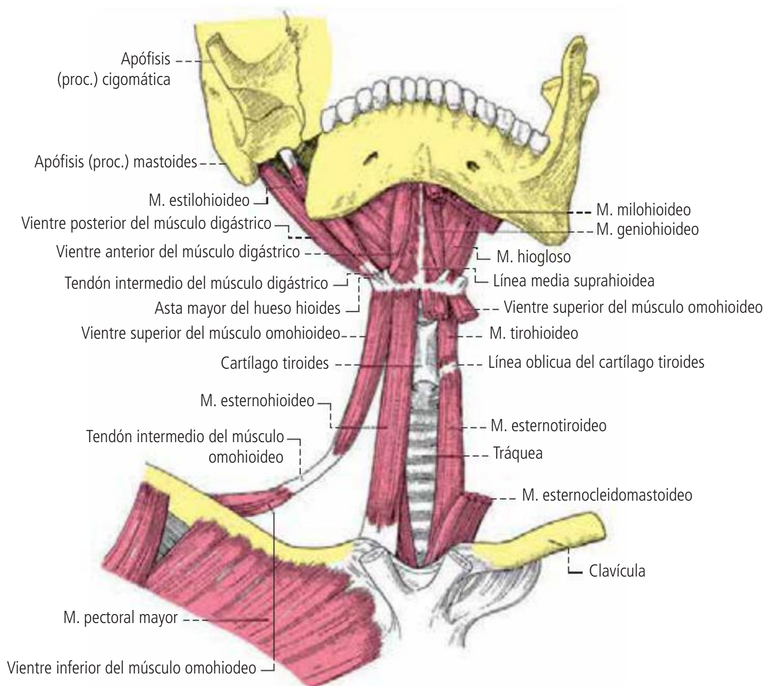


Fig. 19-12. Músculos suprahioideos e infrahioideos.

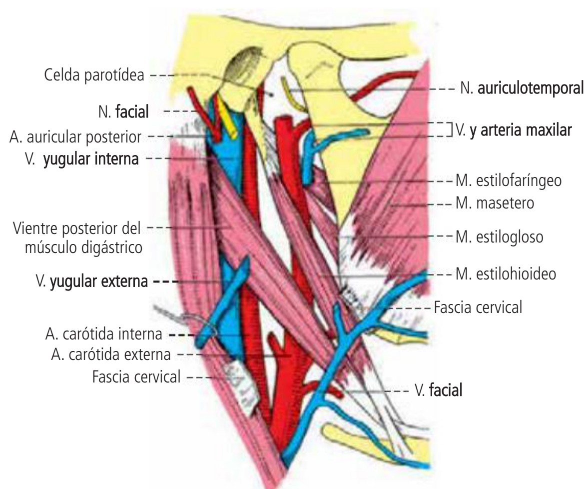


Fig. 19-13. Vientre posterior del músculo digástrico, vista lateral derecha.

Relaciones. Se halla contenido en la lámina pretraqueal de la fascia cervical. Está cubierto abajo por el esternocleidomastoideo; más arriba, se vuelve superficial, y su borde lateral es alcanzado por el omohioideo; su borde medial, alejado de su homólogo del lado opuesto, del que se halla separado por la línea blanca infrahioidea, contribuye a formar los lados de un espacio cuyo vértice es el hioides.

Su cara profunda cubre músculos del plano profundo, correspondiendo, de abajo hacia arriba, a la glándula tiroides, a la tráquea y a la laringe.

Músculo omohioideo

Es un músculo digástrico, con dos vientres (inferior y superior) y un tendón intermedio. Une el borde superior de la escápula al hueso hioides en un trayecto oblicuo (**fig. 19-12**).

Inserciones. Atrás y abajo, el vientre inferior se inserta en el borde superior de la escápula, medial a la incisura escapular. De allí se dirige en forma oblicua hacia adelante, medial y arriba, para continuarse por el tendón intermedio. El vientre superior, que se desprende de este, se dirige vertical y medialmente hasta llegar al borde inferior y lateral del cuerpo del hueso hioides.

Relaciones. Largo, aplanado y estrecho, con forma de cinta, este músculo se encuentra en relación con varias regiones: atrás, la región escapular, situada por debajo del trapecio y por encima del supraespinoso; en la parte mediana, la región lateral del cuello, la que cruza de lateral hacia medial, relacionándose con el plexo braquial y la arteria subclavia; medialmente, corresponde a la región carotídea, oculto bajo el esternocleidomastoideo, cruza en forma de una X alargada al paquete vasculonervioso del cuello y en profundidad al músculo escaleno anterior y al nervio frénico; medialmente y arriba, se sitúa en la región infrahioidea y se relaciona con la glándula tiroides y la laringe.

Músculo esternotiroideo

Inserciones. Este músculo se inserta en la cara posterior del manubrio esternal y del 1.er cartílago costal. Arriba, se fija en la línea oblicua de la cara anterolateral de la lámina del cartílago tiroides, en los tubérculos que la limitan y en el ligamento que los une (**fig. 19-12**).

Relaciones. Contenido en la lámina pretraqueal de la fascia cervical, está cubierto por el esternohioideo. Su cara profunda cubre la glándula tiroides. Sus conexiones con la vaina tiroidea permiten considerarlo como formando parte de ella. Con su homólogo opuesto, contribuye a delimitar un espacio de vértice esternal.

Músculo tirohioideo

Plano y corto, parece continuar hacia el hueso hioides el trayecto del esternotiroideo.

Inserciones. Se inserta en la cara anterolateral del cartílago tiroides, en la línea oblicua, en sus tubérculos y en el ligamento que los une. Desde aquí se dirige hacia arriba para terminar en el borde y en la cara superficial del cuerpo, y en la base del asta mayor del hueso hioides (**fig. 19-12**).

Relaciones. Su cara profunda se aplica al cartílago tiroides y a la membrana tirohioidea, cubriendo al nervio laríngeo superior. Su cara superficial está cubierta por el omohioideo y el esternohioideo; aplicada a la cara profunda, desciende con la arteria tiroidea superior, así como el ramo externo del laríngeo superior.

Inervación común de los músculos infrahioideos

Los músculos esternohioideo, omohioideo y esternotiroideo reciben su inervación de un mismo origen: la raíz superior del asa cervical. Esta se comunica con la raíz inferior del asa cervical, en la región carotídea. Se forma así el asa cervical [asa del hipogloso], situada lateral a la vena yugular interna. Los nervios de los músculos infrahioideos (en general, uno por músculo) nacen del asa cervical. El músculo tirohioideo está inervado por un ramo que sale directamente del nervio hipogloso, pero que conduce fibras del nervio C1.

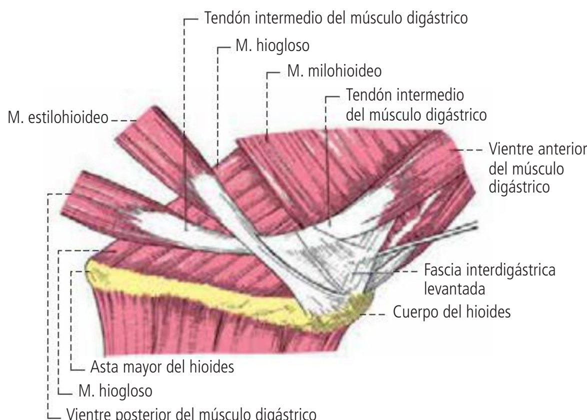


Fig. 19-14. Tendón intermedio del músculo digástrico y sus relaciones musculares.

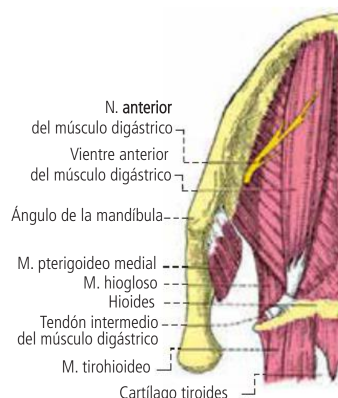


Fig. 19-15. Vientre anterior del músculo digástrico, vista inferior.

Músculos suprahioideos

Situados por encima del hueso hioides, de la superficie a la profundidad, se encuentran sucesivamente: el digástrico y el estilohioideo, luego el milohioideo y, por último, el geniohioideo. Desde el punto de vista funcional, pertenecen al grupo de los músculos de la masticación o de la deglución, como se verá al estudiar el sistema digestivo.

Músculo digástrico

Forma una larga curva de concavidad superior, que se extiende de la base del cráneo al tubérculo mentoniano de la mandíbula. Presenta dos vientres, anterior y posterior, reunidos por un tendón intermedio situado por encima del hueso hioides (**figs. 19-13** a **19-15**).

Inserciones y constitución anatómica. El vientre posterior se inserta en la cara medial de la base del proceso mastoides, en la **incisura mastoidea**. Desde allí se dirige oblicuamente hacia abajo y adelante, y se continúa con un tendón cilíndrico que atraviesa las inserciones del **estilohioideo** por encima del hueso hioides; el tendón intermedio, interpuesto entre los dos vientres del músculo, está fijado al cuerpo del hueso hioides por una polea fibrosa, reforzada atrás por algunas fibras musculotendinosas emanadas del vientre posterior. Además, el tendón intermedio está unido a su homólogo del lado opuesto por medio de una hoja fibrosa transversal, formada por fibras entrecruzadas: la lámina interdigástrica.

El vientre anterior continúa la parte anterior del tendón intermedio, se dirige hacia arriba, adelante y algo medialmente, para fijarse en la cara inferior del tubérculo mentoniano de la mandíbula en la **fosa digástrica**.

Relaciones. El **vientre posterior** está cubierto en su origen por el proceso mastoides y por los poderosos músculos que en ella se insertan: el esternocleidomastoideo y el esplenio de la cabeza. Por atrás, al principio está cercano a la columna vertebral y al proceso transverso del atlas; se separa de ellos al dirigirse hacia adelante. Medialmente, se relaciona con el origen de los músculos estiloideos y algo más atrás, con la vena yugular interna, con la carótida interna y con los elementos nerviosos de la región retroestílea. Adelante, con la glándula parótida, la arteria carótida externa, la vena yugular externa y el nervio facial. Su borde inferior, seguido por el nervio hipogloso y por la arteria occipital, forma el límite superior de la región carotídea.

El **tendón intermedio** está cubierto por la glándula submandibular y pasa entre las dos lengüetas de inserción del músculo estilohioideo. Se relaciona íntimamente con el **nervio hipogloso**, que cruza la cara profunda del tendón intermedio antes de penetrar profundamente al milohioideo en el piso de la boca. Este tendón está separado de la arteria lingual por el músculo hiogloso (véanse **los triángulos de la arteria lingual, tomo 2**).

El **vientre anterior**, superficial, pertenece a la región suprahioidea, donde se relaciona con la glándula submandibular. Aplicado a la cara superficial del músculo milohioideo, los bordes mediales de ambos vientres anteriores delimitan un espacio triangular, con vértice en el tubérculo mentoniano. Su área está ocupada por las porciones mediales de ambos milohioideos, a través de los cuales se relaciona con el piso de la boca y la glándula sublingual.

Inervación. Es doble. El vientre posterior está inervado por el nervio facial, y el anterior, por el nervio del milohioideo, originado en el nervio alveolar inferior, ramo del nervio mandibular, ramo del trigémino.

Músculo estilohioideo

Es un músculo fino y alargado, extendido desde el proceso estiloides del hueso temporal hasta el hueso hioides; posee interés topográfico (**figs. 19-13** y **19-14**).

Inserciones. Se inserta arriba, sobre la parte posterolateral del proceso estiloides del hueso temporal, cerca de su base. Desciende oblicuamente hacia abajo y adelante para terminar en una delgada lámina tendinosa que se desdobla alrededor del tendón intermedio del músculo digástrico, antes de insertarse en el borde superior y en la cara anterior del cuerpo del hueso hioides.

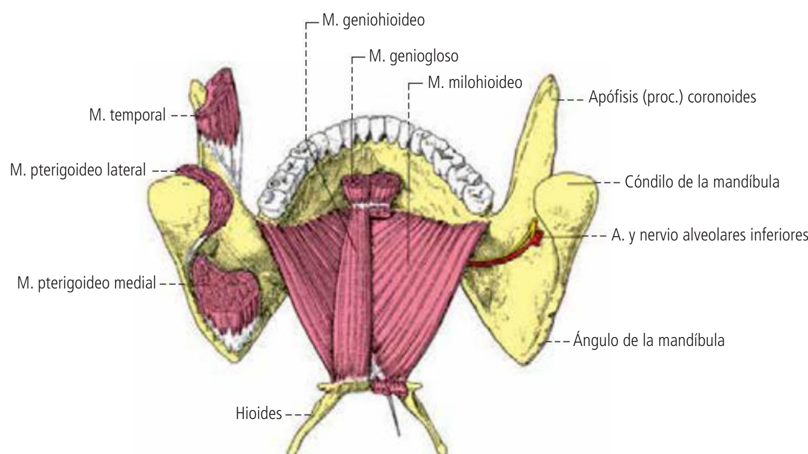


Fig. 19-16. Músculos milohioideo y geniohioideo, vista superior.

Relaciones. Acompaña al vientre posterior del digástrico, situado lateralmente y luego por detrás de él. Medialmente, se encuentra el músculo estilogloso, del que está separado por un espacio, por el que pasa la arteria carótida externa desde la región retroestílea a la región parotídea.

Inervación. La suministra un ramo del nervio facial.

Músculo milohioideo

Es un músculo delgado y cuadrilátero que limita abajo con el piso de la boca (**figs. 19-14** a **19-16**).

Inserciones. Se fija arriba, en la línea milohioidea [línea oblicua interna] de la mandíbula, abajo, en el hueso hioides, medialmente en el rafe medio suprahioideo formado entre los dos músculos milohioideos. Entre estas inserciones, las fibras musculares son oblicuas hacia abajo y medialmente. Las más anteriores son muy cortas y se extienden del hueso al rafe mediano. Las más posteriores son las más largas y unen la mandíbula al hueso hioides.

Relaciones. Con su homólogo del lado opuesto forma un surco abierto arriba y atrás. Su cara superficial (**figs. 19-14** y **19-15**), convexa, se relaciona con los vientres anteriores de los dos músculos digástricos. Su cara superior (**fig. 19-16**), cóncava, se relaciona con la cavidad oral.

Inervación. El nervio mandibular, ramo del trigémino, envía por intermedio del nervio alveolar inferior un ramo que aborda al músculo por su cara superficial (nervio común con el del vientre anterior del músculo digástrico).

Músculo geniohioideo

Es un músculo corto y cilíndrico situado por encima del digástrico y del milohioideo.

Inserciones. Se inserta adelante, en la **espina mentoniana inferior de la mandíbula** [apófisis geni inferior]; desde aquí se dirige hacia abajo y atrás, para insertarse en la parte media de la cara anterior del hueso hioides (**fig. 19-16**).

Relaciones. En la línea mediana se adosa a su homólogo opuesto; abajo, se aplica a la cara superior del milohioideo; arriba, está separado de la lengua por el músculo geniogloso.

Inervación. Recibe una colateral del nervio hipogloso.

Fascias del cuello

Las fascias [aponeurosis] del cuello están constituidas por membranas de tejido conectivo, unas fibrosas y otras lamelares, que envuelven músculos, órganos y elementos vasculares. Se estudiarán en la región posterior o nuca y en la parte anterior o anterolateral.

Los músculos de la nuca están cubiertos por una fascia gruesa y resistente que envía tabiques fibrosos hacia la profundidad, que separan y envuelven a cada uno de los planos musculares. La disposición fascial resulta así aplicada directamente sobre los músculos.

En la parte anterior y anterolateral, la disposición es más compleja pues, además de los músculos que ocupan la región, se encuentran el eje visceral (la laringe, la tráquea, la faringe y el esófago) y el eje vascular yugulocarotídeo (**fig. 20-1**).

Se describen tres hojas de la fascia cervical y dos vainas (**cuadro 20-1**):

A. Lámina superficial de la fascia cervical.
B. Lámina pretraqueal de la fascia cervical.
C. Lámina prevertebral de la fascia cervical.
D. Vaina visceral.
E. Vaina carotídea.

Lámina superficial de la fascia cervical [aponeurosis cervical superficial]

Está formada por dos partes simétricas bilateralmente y adopta la forma de un manguito que envuelve al cuello. Es subcutánea y está tapizada por el platisma.

Parte de la línea mediana anterior hacia ambos lados y al llegar al **músculo esternocleidomastoideo** se desdobla para contenerlo, continúa lateralmente hacia atrás hasta el **trapecio** y, en contacto con él, se desdobla para contenerlo, alcanzando en la línea mediana posterior los procesos espinosos de las vértebras cervicales, a través del **ligamento nucal**.

Se describen en ella dos circunferencias y dos caras:

A. Circunferencia superior: se inserta sucesivamente en el borde inferior de la mandíbula y en el ángulo de ésta por un espesamiento (el tracto angular y la fascia del masetero), en la parte cartilaginosa del conducto auditivo externo, en el proceso mastoides y en la línea nucal superior.

B. Circunferencia inferior: se inserta en la región más anterior sobre el esternón, donde se desdobla y limita el espacio supraesternal. En él se observa el trayecto inferior de las dos venas yugulares anteriores y sus anastomosis, nodos linfáticos y tejido adiposo. Lateralmente a su inserción en el esternón, se inserta en la cara superior de la clavícula, luego, en el borde medial del acromion y sobre el labio superior del borde posterior de la espina de la escápula. Después, envainando el trapecio, desciende hacia la región dorsal.

C. Cara profunda: envía hacia la profundidad tres prolongaciones:

- **Lateral**, que termina fijándose en los tubérculos posteriores de los procesos transversos cervicales, delimitando en el cuello una región posterior (la nuca) y una región anterior (vascular y visceral).
- **Submandibular**, la cual se desdobla en contacto con la glándula del mismo nombre (véase **celda submandibular**).

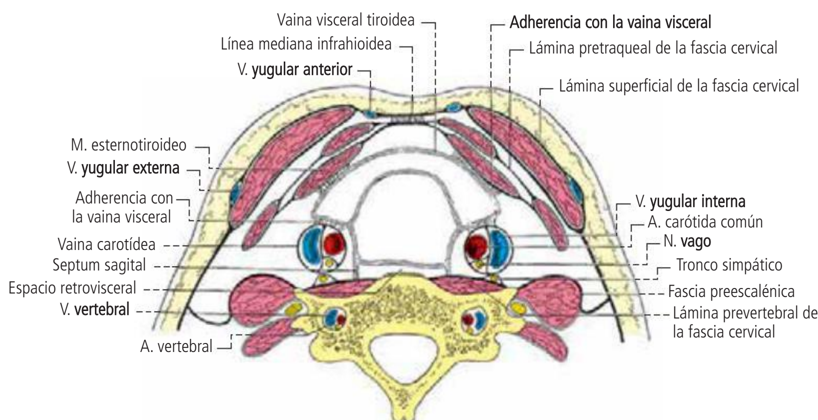


Fig. 20-1. Fascias anterolaterales del cuello, vainas viscerales y vasculares.

CUADRO 20-1. Fascias del cuello

Envuelve músculos	Lámina superficial de la fascia cervical	Envuelve los músculos esternocleidomastoideo y trapecio
	Lámina pretraqueal de la fascia cervical	Envuelve los músculos intrahioideos. Se extiende entre ambos músculos omohioideos y cubre superficialmente la laringe y la glándula tiroides
	Lámina prevertebral de la fascia cervical	Reviste los músculos prevertebrales y los escalenos Presenta un desdoblamiento anterior: la fascia alar
Envuelve vasos	Vaina carotídea	Envuelve el paquete vasculonervioso del cuello (arterias carótida común y carótida interna, vena yugular interna, nervio vago)
Envuelve vísceras	Fascia bucofaríngea	Envuelve la faringe y el esófago

– **Parotídea**, que se dirige hacia el ángulo de la mandíbula y de aquí a la celda de la glándula parótida (véase **celda parotídea**).

D. Cara superficial, separada de la piel por el platisma y la tela subcutánea, se relaciona con los nervios superficiales del plexo cervical, así como con la vena yugular anterior y la vena yugular externa, que se hallan lateralmente y perforan esta lámina superficial de la fascia cervical cerca de la clavícula, y también atraviesan la lámina pretraqueal de la fascia cervical para desembocar en las venas profundas.

Lámina pretraqueal de la fascia cervical [aponeurosis cervical media]

Ocupa la parte anterolateral del cuello anexa a los músculos infrahioideos.

Se inserta **arriba**, en el hueso hioides; **abajo**, en la vertiente posterosuperior del manubrio esternal y en el borde posterior de la clavícula, y se prolonga sobre el borde superior de la escápula hasta la escotadura de esta; **lateralmente**, se extiende de un músculo omohioideo al otro, y cada músculo está contenido en un desdoblamiento de la lámina pretraqueal. Esta describe, como el músculo, una larga curva cuya concavidad se dirige hacia arriba y lateralmente. En el lugar en el que el omohioideo es cruzado por el esternocleidomastoideo, esta lámina pretraqueal se adhiere a la lámina medial de la vaina de este último músculo.

Hacia la línea mediana, la lámina pretraqueal se divide en una hoja superficial y otra profunda. La porción superficial envaina los músculos esternohioideos y la porción profunda envaina los músculos esternotiroideos. Las dos porciones se reúnen con las del lado opuesto en la línea mediana, formando la línea mediana infrahioidea.

La lámina pretraqueal de la fascia cervical está cubierta superficialmente por la lámina superficial y por los músculos esternocleidomastoideos. Su cara profunda se relaciona con la fosa supraclavicular, en sentido lateral; con la región carotídea, medialmente, y con la glándula tiroides, la laringe y la tráquea, en la línea mediana.

Lámina prevertebral de la fascia cervical [aponeurosis cervical profunda]

Está situada por delante de los músculos prevertebrales y por detrás del eje visceral y del eje vasculonervioso yugulocarotídeo.

Se inserta por **arriba** en la porción basilar del hueso occipital; por **abajo**, termina en forma gradual, sin límite neto, en el tejido conectivo del mediastino; **lateralmente**, se detiene en los tubérculos anteriores de los procesos transversos de las vértebras cervicales. En efecto, la lámina lateral que la prolonga en sentido lateral pertenece a la lámina superficial de la fascia cervical.

Esta fascia es una lámina resistente. Entre ella y el esqueleto vertebral, a veces se desarrollan abscesos que quedan tabicados y prevertebrales.

Vaina visceral y vaina carotídea

Se estudiarán junto con los órganos a los que rodean.

Espacios del cuello

21

Los músculos del cuello y las láminas de las fascias que los envuelven circunscriben cierto número de espacios celulosos, a veces llamados impropiamente fosas [celdas]. Es importante conocerlos, pues constituyen planos de clivaje utilizables en disección (cadavérica o quirúrgica) y vías de comunicación con las regiones vecinas: hacia abajo el mediastino, lateralmente el miembro superior, hacia arriba la cara y la base del cráneo, y hacia atrás la región dorsal.

Se ha visto que la prolongación lateral profunda de la lámina superficial de la fascia cervical divide el cuello en una región anterior y en otra posterior. Se deben estudiar los espacios celulosos de estas dos regiones.

Espacios anteriores y anterolaterales

Pueden describirse un plano superficial, un plano medio y un plano profundo.

A. Plano superficial: es subcutáneo y prefascial. Contiene un tejido conectivo bastante laxo, el músculo platisma, el ramo cervical del nervio facial que lo inerva, los ramos superficiales del plexo cervical y la vena yugular externa.

B. Plano medio: está comprendido entre las láminas superficial y pretraqueal. Es muy delgado y se comunica con el espacio profundo, por encima del músculo omohioideo.

C. Plano profundo: puede subdividirse en:

- El **espacio visceral**: constituido por una parte del tubo digestivo (la faringe y el esófago cervical), por una parte de las vías respiratorias (la laringe y la tráquea), por los nervios laríngeos recurrentes y por la glándula tiroides junto con las paratiroides. Hacia abajo, este espacio se continúa hacia el mediastino visceral.
- El **espacio retrovisceral** está limitado, por atrás, por la lámina prevertebral de la fascia cervical, y a cada lado, por el septum sagital visceral. Se extiende desde la base del cráneo hasta el mediastino posterior y luego hasta el diafragma.
- El **espacio vascular** anterolateral se halla limitado: medialmente, por el eje aerodigestivo; lateralmente, por el esternocleidomastoideo y el omohioideo con sus envolturas fasciales; atrás, por el plano de los escalenos, en sentido lateral y el largo del cuello, en sentido medial. Contiene el eje vasculonervioso yugulocarotídeo con el nervio vago, los nodos linfáticos, la raíz superior del asa cervical y los nervios cardíacos. El tronco del simpático cervical desciende en forma vertical, aplicado contra el plano profundo, a veces contenido en un desdoblamiento de la lámina prevertebral. Este espacio comunica: medialmente, con el espacio visceral; lateralmente y abajo, con el plano correspondiente de la fosa supraclavicular (espacio preescalénico); en sentido medial y abajo, con el mediastino; arriba y adelante, con las regiones submandibular y parotídea; arriba y atrás, con el espacio retroestíleo, y atrás, contorneando el plano de los escalenos, con la región supraescapular y dorsal superior (región nucal), profundamente al músculo trapecio.

Espacios posteriores

El único espacio anatómico de importancia es aquel que separa el trapecio de los músculos subyacentes. Se extiende: medialmente, hasta el plano de los procesos espinosos y los ligamentos supraespinales; lateralmente, hasta la región supraclavicular por adelante y la región supraescapular por atrás; arriba, hasta el occipital, y abajo, hasta la región dorsal mediana.

Véase **Texto complementario:** *Regiones topográficas del cuello*

22 Estática y movimientos de la cabeza sobre la columna vertebral

ESTÁTICA DE LA CABEZA

El centro de gravedad de la cabeza en relación con la columna vertebral está situado encima y delante de las superficies condíleas del hueso occipital. La cabeza, abandonada a su propio peso, en un sujeto de pie o sentado cae, pues, hacia adelante.

En el estado de vigilia, la posición normal de la cabeza requiere la acción de los músculos de la nuca con su acción tónica o contracción mínima, ayudados por el recurso que le presta el ligamento nucal, extendido desde el occipital hasta los procesos espinosos de las vértebras cervicales.

La posición de la cabeza es controlada por el aparato del equilibrio (el oído interno, los conductos (canales) semicirculares, las vías vestibulares).

La caída de la cabeza hacia adelante es, a veces, el primer signo de la enfermedad llamada miastenia gravis (debilidad muscular).

MOVIMIENTOS DE LA CABEZA SOBRE LA COLUMNA

En relación con el tronco, la cabeza es capaz de flexionarse, extenderse, inclinarse lateralmente o enderezarse, y por último, girar hacia uno y otro lado. Estos movimientos le permiten orientarse convenientemente para la visión, la audición, la alimentación, etcétera.

Los movimientos mencionados implican una participación de conjunto de la columna cervical (**figs. 22-1** y **22-2**), pero no se estudia aquí más que la parte que les corresponde a las articulaciones atlantooccipital y atlantoaxoidea.

Movimientos de flexión y de extensión

Mecanismo articular

En ellos la articulación atlantooccipital tiene una acción preponderante. Actúa según un eje transversal que pasa por la parte más elevada de las carillas articulares superiores del atlas, superficies fijas.

Los cóndilos del occipital se desplazan:

- En la extensión, de atrás hacia adelante.
- En la flexión, de adelante hacia atrás.

Estos movimientos están limitados por la tensión de los ligamentos, que permiten una flexión máxima de 20° y una extensión mínima de 30°. Gracias a la participación de la columna cervical completa, el mentón puede llegar a contactar con la escotadura (incisura) yugular del manubrio esternal (flexión) y la frente puede ponerse horizontal (extensión).

Acción de los músculos

En los movimientos participan tres tipos de músculos: flexores, extensores y complementarios.

- **Músculos flexores:** son el esternocleidomastoideo, el recto lateral de la cabeza y el recto anterior de la cabeza. Están situados en un plano anterior y anterolateral en relación con la columna vertebral.
- **Músculos extensores:** son el trapecio, el esplenio de la cabeza, el semiespinoso de la cabeza y el longísimo de la cabeza, el recto posterior mayor de la cabeza y el recto posterior menor de la cabeza (músculos suboccipitales).
- **Músculos complementarios:** actúan sobre las vértebras cervicales; son el largo del cuello y los escalenos para la flexión, y los músculos erectores de la columna, para la extensión.

Aun cuando la acción de los músculos en estos movimientos es bilateral, igual y simultánea, los movimientos se hacen en un sentido anteroposterior estricto. Si existe predominio de los músculos de un lado, la flexión o la extensión está "lateralizada".

Debe señalarse el potente dominio de los músculos de la extensión: la posición del centro de gravedad por delante del eje de la columna cervical facilita los movimientos de flexión.

Movimientos de inclinación lateral

Mecanismo articular

La articulación atlantooccipital es preponderante; la atlantoaxoidea es poco activa. El movimiento posee una amplitud máxima de 20°, lo cual le confiere a la columna cervical una responsabilidad mayor en su conjunto.

Acción de los músculos

Estos movimientos son producidos por la contracción lateral del esternocleidomastoideo (el más potente), del recto lateral de la cabeza, del oblicuo inferior de la cabeza y del oblicuo superior de la cabeza, del esplenio de la cabeza y de los músculos semiespinoso y longísimo de la cabeza. Existen músculos complementarios que actúan sobre la columna cervical: escalenos, intertransversos y elevador de la escápula.

Movimientos de rotación

Mecanismo articular

Intervienen aquí las articulaciones atlantoaxoidea mediana y laterales. El occipital y el atlas solidarios giran en torno del diente del axis "como una rueda alrededor de su eje". El eje queda inmóvil. A los lados, las masas laterales del atlas se deslizan sobre las superficies axoideas, en dirección anteroposterior, pero en sentido inverso.



Fig. 22-1. **Radiografía de la columna vertebral cervical.** Proyección lateral. Posición en semiflexión.

Las superficies son convexas, y este deslizamiento está acompañado por un descenso del atlas (2 mm como máximo). Esto le confiere al movimiento de rotación un carácter de movimiento de expresión. La rotación del atlas sobre el axis no sobrepasa los 30° de cada lado, y está limitada especialmente por los ligamentos entre el diente del axis y el occipital. El movimiento completo puede llegar a 90° de cada lado, para lo cual interviene, entonces, el conjunto de la columna cervical.

Acción de los músculos

Los músculos rotadores de la cabeza son, de cada lado, rotadores a la derecha o a la izquierda. Algunos son homolaterales, otros, contralaterales y otros complementarios.

- **Músculos homolaterales:** son el esplenio de la cabeza, el esplenio del cuello, el recto posterior mayor de la cabeza, el oblicuo inferior de la cabeza y el recto anterior.
- **Músculos contralaterales:** son el trapecio, el semiespinoso de la cabeza y, sobre todo, el músculo esternocleidomastoideo.
- **Músculos complementarios:** actúan sobre las vértebras cervicales. Los erectores de la columna (porción cervical) ejercen una acción homolateral; los escalenos y los transversoespinosos, una acción contralateral.

La musculatura del cuello rige, pues, la estática y la movilidad de la cabeza. Su desarrollo aumenta la consistencia de un conjunto que con frecuencia está sometido a traumatismos violentos (caídas, accidentes de tránsito). Los músculos, consistentes, limitan los desplazamientos vertebrales que, en la región craneovertebral, pueden acarrear lesiones nerviosas mortales debido a la repercusión en la médula oblongada de desplazamientos del diente del axis, debido a sus relaciones inmediatas.

Los músculos del cuello, en particular los de la nuca, deberán ser siempre cuidadosamente reeducados (fisioterapia) al término de una inmovilización prolongada de la cabeza.



Fig. 22-2. **Radiografía de la columna vertebral cervical.** Proyección lateral. Posición en hiperextensión.

Sistema nervioso central

V

El **sistema nervioso central** comprende el conjunto de los centros y vías nerviosas reunidos en el encéfalo y en la médula espinal.

Está conectado con los diversos órganos por intermedio del **sistema nervioso periférico**, formado por nervios craneales y espinales. Este sistema no es opuesto al **sistema nervioso autónomo**; este dispone, en efecto, de numerosos centros en el sistema nervioso central.

El estudio del sistema nervioso central comprende dos partes muy diferentes: la **morfología** y la **sistematización**.

Morfología. No concierne solo a las formas exteriores, las relaciones y la vascularización. En el sistema nervioso central, cierto número de formaciones no aparecen inmediatamente a la vista, y se las debe descubrir mediante cortes o secciones. Por último, la sustancia nerviosa misma presenta cavidades no visibles desde el exterior. El estudio de la morfología externa debe completarse con un estudio de la **configuración interna** del segmento considerado.

Sistematización. Se describe la organización anatómica y funcional en el sistema nervioso central:

- La localización y la significación de los **núcleos**, las **columnas** y las **láminas** de sustancia gris.
- El trayecto y el destino de los **cordones**, **tractos**, **fascículos**, **comisuras**, **lemniscos**, **fibras**, **decusaciones** y **estrías**, que constituyen la sustancia blanca.

El neuroeje comprende la médula espinal y el encéfalo. En el encéfalo se distinguen de abajo hacia arriba: la médula oblongada [bulbo raquídeo], el puente [protuberancia], el mesencéfalo, el cerebelo, el diencéfalo y el cerebro.

La médula espinal con las raíces espinales, y el encéfalo con los nervios craneales están protegidos por un conjunto esquelético sólido: el conducto vertebral y el cráneo, de los que están separados por sus envolturas: las meninges.

Se estudiarán sucesivamente:

- La **médula espinal** y sus raíces espinales: su configuración externa, sus meninges, sus relaciones y su vascularización.
- El **encéfalo:** su configuración externa e interna, sus relaciones, su vascularización y sus meninges.
- La **sistematización** de los elementos constitutivos del neuroeje, comenzando por el más simple de ellos: la médula espinal.
- Las **grandes vías de conducción** (centrífugas y centrípetas).

PARTE 1. DECRIPCIÓN Y RELACIONES

PARTE 2. SISTEMATIZACIÓN

Médula espinal y raíces espinales

La **médula espinal** y las **raíces de los nervios espinales** están situadas en el conducto vertebral, cubiertas por sus envolturas meníngeas.

MORFOLOGÍA EXTERNA

Límites

El **límite superior** de la médula espinal es difícil de establecer. Continúa a la médula oblongada, después de producida la "decusación piramidal". A nivel óseo, este límite corresponde al arco anterior del atlas y al diente del axis [apófisis odontoides]. Su **límite inferior** es el vértice del cono medular, a nivel del disco intervertebral entre la 1.ª y la 2.ª vértebra lumbar, en el adulto. Este vértice, a su vez, es prolongado por el filum terminal de la médula espinal, cuya extremidad distal se fija en la 1.ª vértebra coccígea (**fig. 23-1**).

Morfología

La médula espinal es un largo cordón cilíndrico, ligeramente aplanado en sentido anteroposterior. Presenta dos intumescencias [ensanchamientos] fusiformes, la primera ubicada en la médula cervical y la segunda, en la médula lumbosacra, precedidas y separadas por dos partes más estrechas. Su aspecto varía según se considere:

- **Porción superior.** Situada craneal a la intumescencia cervical, se extiende desde el arco anterior del atlas hasta la 3.ª vértebra cervical. Da origen a las raíces del plexo cervical destinadas al cuello y a la nuca.
- **Intumescencia cervical.** Topográficamente, se extiende desde la 3.ª vértebra cervical hasta la 3.ª vértebra torácica. De esta intumescencia se originan la 4.ª raíz cervical que da origen al nervio frénico, y de la 5.ª vértebra cervical a la 1.ª torácica, las raíces del plexo braquial.
- **Porción torácica de la médula espinal.** Ubicada entre la intumescencia cervical y la intumescencia lumbosacra, se extiende desde la 3.ª hasta la 9.ª o 10.ª vértebra torácica. De ella se originan las once raíces de los nervios intercostales.
- **Intumescencia lumbosacra.** Se extiende desde la 9.ª o 10.ª vértebra torácica por arriba, hasta la 2.ª vértebra lumbar por abajo. Da origen a las raíces de los plexos lumbar y sacro.
- **Cono medular.** Constituye el extremo de la intumescencia lumbosacra. Aquí se originan las últimas raíces sacras y las raíces coccígeas. Está rodeado por las raíces de la cola de caballo. Se sitúa frente a la 2.ª vértebra lumbar, la que constituye el punto de referencia del extremo inferior de la médula en el adulto.
- **Filum terminal.** Es la prolongación de la médula espinal que se extiende desde el cono medular hacia caudal. Su aspecto es filiforme. Hasta el extremo inferior de la cisterna lumbar está envuelto por piamadre, por lo que a esta porción se la denomina **porción pial del filum terminal** [filum terminal interno]. Desde ese nivel sigue descendiendo cubierto únicamente por duramadre hasta insertarse en la segunda vértebra coccígea. A esta porción se la denomina **porción dural del filum terminal** [filum terminal externo].

En el recién nacido, la médula espinal ocupa la extensión total del conducto vertebral. En el adulto, se detiene a nivel de la 2.ª vértebra lumbar. Esta diferencia se debe al crecimiento desigual de la médula y de la columna vertebral; esta última crece más. Por ello el nivel de los segmentos medulares en el adulto no coincide con el nivel vertebral con el cual se relacionan, y las raíces que emergen por los forámenes intervertebrales más caudales realizan un recorrido mayor por el interior del conducto vertebral antes de alcanzarlos (**fig. 23-2**).

Dirección

La médula espinal se adapta a las flexiones del conducto vertebral. En consecuencia, presenta una curvatura cervical, cóncava hacia dorsal, y una curvatura torácica, cóncava hacia ventral. En su terminación obedece a la orientación convexa hacia adelante de la unión toracolumbar.

Circunferencia

En un corte horizontal (**fig. 23-3**), la médula espinal tiene forma de circunferencia, pero la emergencia de las raíces espinales permite distinguir:

- **Cara anterior:** presenta una **fisura mediana anterior** [surco medio anterior], que se extiende en toda su longitud; a ambos lados de esta fisura, hacia las caras laterales el **surco anterolateral**, discontinuo y poco marcado, del que emergen las raíces anteriores de los nervios espinales. Entre ambos surcos y a los lados del plano mediano quedan comprendidos los dos **cordones anteriores**, derecho e izquierdo (**figs. 23-1** y **23-3**).
- **Cara posterior:** limitada lateralmente por el **surco posterolateral**, por el cual penetran las raíces posteriores de los nervios espinales. En el plano mediano se observa un surco poco profundo: el **surco mediano posterior**, extendido sobre toda la longitud de la médula en esta cara. Este surco se profundiza por medio de un tabique: el **tabique mediano posterior** que divide esta cara de la médula en dos **cordones posteriores**, derecho e izquierdo. Cada uno de ellos está dividido hasta la 2.ª vértebra torácica por el **surco intermedio posterior**, en un cordón medial o **fascículo grácil** y un cordón lateral o **fascículo cuneiforme**.
- **Caras laterales:** se extienden en toda la longitud de la médula espinal. Convexas en sentido horizontal, quedan comprendidas entre los surcos anterolateral y dorsolateral. Estas caras corresponden a los **cordones laterales** de la médula espinal.

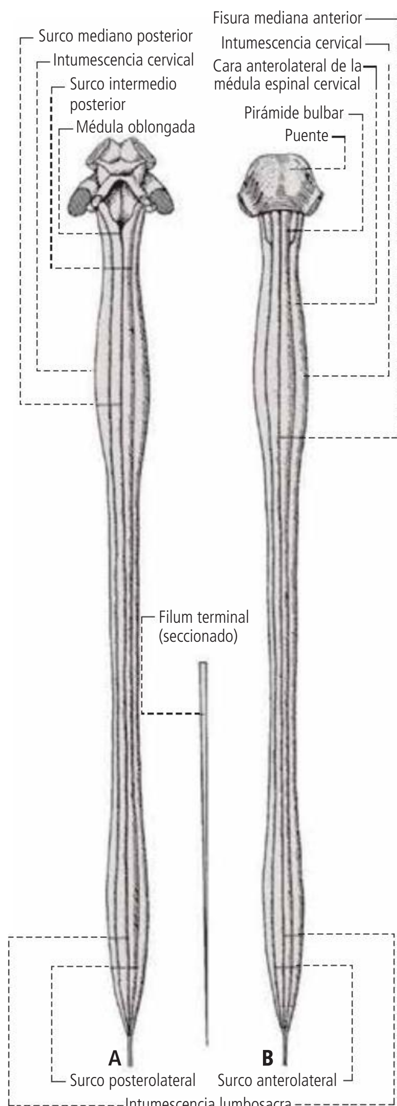


Fig. 23-1. **Vista general de la médula espinal y tronco del** encéfalo. **A.** Cara posterior. **B.** Cara anterior.

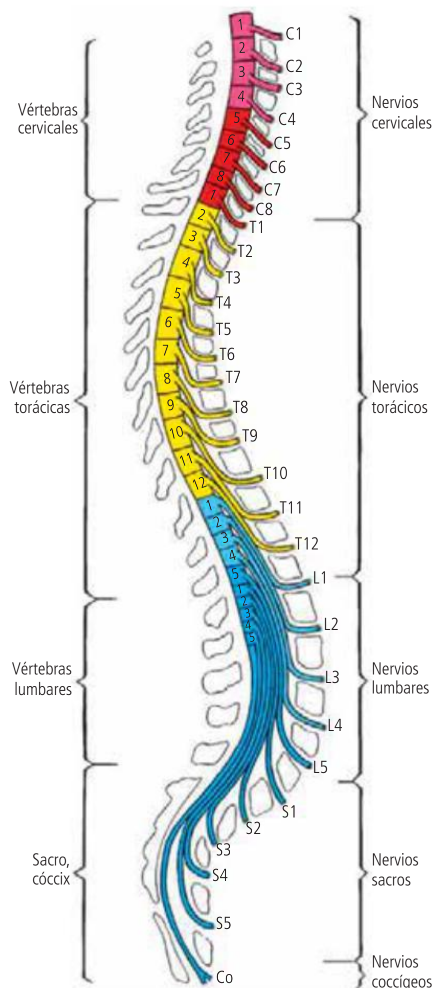


Fig. 23-2. **Esquema de las relaciones de las vértebras con los** segmentos medulares y las raíces espinales. Nótese la oblicuidad progresivamente creciente de las raíces, de modo que el 1.er **segmento lumbar corresponde al proceso** [apófisis] espinoso de T X, el 1.er **segmento sacro a T XII y el 5.°** segmento sacro a L II.

DISPOSICIÓN GENERAL DE LAS RAÍCES ESPINALES

Existen raíces anteriores y posteriores. Las **raíces anteriores** son motoras y emergen de la médula espinal; las **raíces posteriores** son sensitivas y llegan a la médula espinal.

Origen

Cada **raíz** está constituida por un determinado número de fibras convergentes cuya disposición es diferente de acuerdo con el nivel que se considere (**fig. 23-4**):

- Fibras delgadas reunidas en abanico abierto: tipo cervical superior.

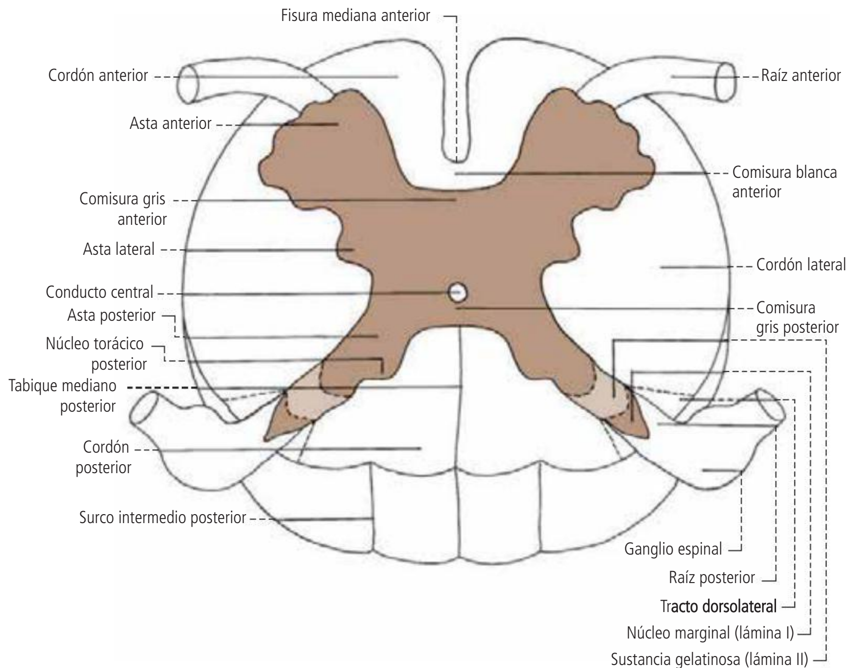


Fig. 23-3. Corte horizontal de la médula espinal, sustancia gris (en color marrón) y sustancia blanca.

- Fibras voluminosas reunidas en abanico compacto: tipo cervical inferior, presentes en la intumescencia cervical.
- Fibras delgadas y poco numerosas: tipo torácico.
- Fibras voluminosas y apretadas: tipo lumbar, propias de la intumescencia lumbosacra.

Dirección y trayecto

Las raíces anteriores y posteriores de un mismo segmento convergen, fuera de la médula, para formar el **tronco del nervio espinal**, que sale del conducto vertebral por el **foramen intervertebral.** La raíz posterior presenta un voluminoso ensanchamiento: el **ganglio espinal**, situado aproximadamente a 1 cm de la médula espinal.

La dirección de las raíces depende de su nivel de origen (**fig. 23-2**).

El desnivel entre su emergencia de la médula y el foramen intervertebral es tal que:

- Las raíces cervicales superiores son ligeramente ascendentes (C1) u horizontales (C2-C3).
- Todas las demás son oblicuas hacia abajo y lateralmente, aumentando esta oblicuidad progresivamente desde arriba hacia abajo.
- Las raíces originadas en los dos últimos segmentos lumbares y en el cono medular adoptan una disposición vertical y rodean al filum terminal en la parte inferior del conducto vertebral, constituyendo la **cola de caballo**.

El desnivel entre el origen de las raíces espinales y su emergencia del conducto vertebral, relacionados con los procesos [apófisis] espinosos vertebrales, puede determinarse por la fórmula de Chipault modificada por Lazorthes. Esto se denomina **topografía vértebro-medular**.

- Vértebras cervicales: agregar 1.
- Vértebras torácicas superiores (T1-T6): agregar 2.
- Vértebras torácicas inferiores (T7-T9): agregar 3.
- Vértebra torácica T10: segmentos medulares L1 y L2.
- Vértebra torácica T11: segmentos medulares L3 y L4.
- Vértebra torácica T12: segmento medular L5.
- Vértebra lumbar L1: segmentos medulares sacros y coccígeos.

Louis estudió la topografía de los mielómeros y las raíces espinales, determinando que los tipos topográficos dependen de la terminación medular en relación con la del fondo de saco dural. Los mielómeros cervicales y torácicos se proyectan a nivel del cuerpo vertebral que precede a su cifra, con excepción de C8 y T12, que se proyectan sobre los discos intervertebrales de la 6.ª y 7.ª vértebra cervical y de la 10.ª y 11.ª vértebra torácica, respectivamente. Los mielómeros L1, L3 y S1 se proyectan, por lo común, en la mitad de los cuerpos vertebrales de T11, T12 y L1. El cono medular se sitúa generalmente a la altura del disco intervertebral entre L1 y L2.

La reunión de las raíces L5 y S1 forma un tronco común, antes de atravesar la duramadre. Luego de ello, L5 sigue su curso habi-

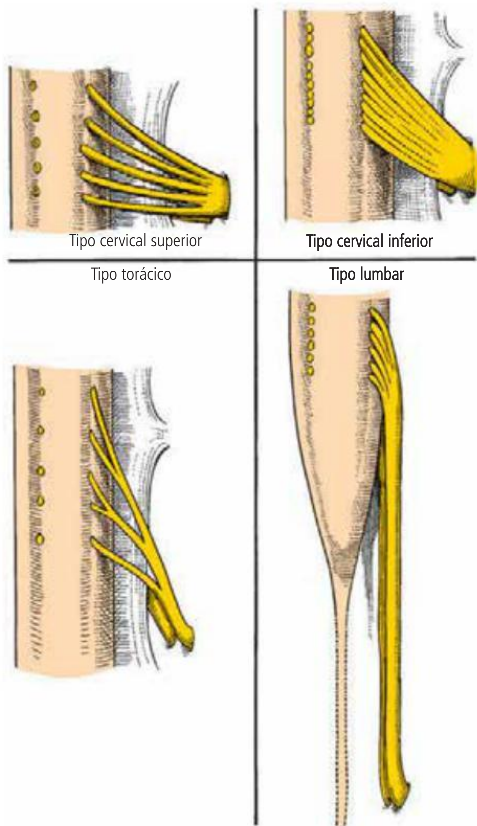


Fig. 23-4. Diferentes tipos de raíces espinales (Hovelacque).

tual, y S1, más alta que lo habitual, desciende oblicua en el receso lateral espinal para alcanzar el primer foramen sacro. Esta disposición hace que la movilidad de ambas raíces quede disminuida, lo que aumenta las facilidades para una compresión (A. Calvo).

Cola de caballo [cauda equina]

Las raíces que la forman alcanzan gran longitud, por causa de su origen alto; descienden verticalmente, para alcanzar el foramen intervertebral. Se forma, así, un gran manojo de raíces que rodea al cono terminal y al filum terminal. A este conjunto se le da el nombre de **cola de caballo**. Reúne a la derecha y a la izquierda, a partir de la 2.ª raíz lumbar, las diez últimas raíces espinales (**figs. 23-4** y **23-7**).

MENINGES ESPINALES

Las meninges espinales separan la médula espinal y las raíces espinales de las paredes del conducto vertebral. Comprenden: la **duramadre**, la **aracnoides** y la **piamadre**.

Duramadre

Es una membrana en forma de cilindro hueco formado por una pared fibrosa y espesa, sólida y poco extensible. Se extiende desde el foramen magno hasta la 2.ª o 3.ª vértebra sacra.

Superficie externa. Es regularmente redondeada, y responde a las paredes óseas y ligamentosas del conducto vertebral, de las que está separada por el **espacio epidural**. Libre en su parte posterior, anteriormente se halla en contacto con el ligamento longitudinal posterior. En sentido lateral, se prolonga alrededor de cada nervio espinal, al que acompaña adelgazándose cada vez más por fuera del foramen intervertebral (**fig. 23-5**).

Superficie interna. Es lisa y pulida, se relaciona con la aracnoides.

Extremo superior. Se continúa sin límites netos con la duramadre craneal. Por su superficie externa, se adhiere al foramen magno y al atlas.

Extremo inferior. Constituye el **fondo de saco dural**, que se detiene a nivel de S2-S3. Contiene a la cola de caballo y al filum terminal. Este último en la parte más inferior del saco dural, perfora a la duramadre, que se aplica contra él envainándolo. Desciende hasta la 1.ª vértebra coccígea (**fig. 23-6**). La duramadre se adhiere a la cara anterior del conducto (canal) sacro.

Aracnoides

Es un tejido interpuesto entre la duramadre y la piamadre. Está formado por una **lámina externa** homogénea, la aracnoides propiamente dicha, y una **capa interna**, areolar, de grandes mallas, que constituye el **espacio subaracnoideo**, por donde circula el líquido cerebroespinal [cefalorraquídeo].

La lámina externa adhiere a la duramadre. La cavidad subaracnoidea es cilíndrica, rodea a la médula espinal y a las raíces en toda la longitud del conducto vertebral, hasta el fondo de saco dural. Sus trabéculas adhieren a la piamadre, pero el líquido cerebroespinal circula libremente por el espacio correspondiente a las envolturas encefálicas.

Piamadre

Es una membrana vascular, conectiva, aplicada íntimamente a la superficie de la médula espinal.

Superficie interna. Se aplica y adhiere a la médula espinal penetrando en su fisura y sus surcos, y prolongándose en sus raíces.

Superficie externa. Corresponde a la cavidad subaracnoidea. Está cubierta por la cara profunda de la aracnoides. Se encuentra unida a la duramadre en sus caras anterior y posterior por delgados tractos conectivos. En sus caras laterales se hallan los ligamentos dentados, que se extienden desde el foramen magno hasta el cono medular. Cada uno de ellos, dispuesto transversalmente, divide en dos al espacio subaracnoideo. En el anterior se sitúan las raíces anteriores y en el posterior, las raíces posteriores. Las raíces se reúnen en el intervalo de las inserciones durales del ligamento (**fig. 23-7**). El borde medial del ligamento dentado se continúa con la piamadre que cubre la médula espinal; el borde lateral se fija en la cara interna del saco dural por encima del foramen intervertebral. Los dientes que constituyen el ligamento dentado poseen forma y tamaño diferentes; en la región lumbar, puede observarse uno solo para dos pares de raíces.

Extremo superior. Se continúa sin límites netos con la piamadre encefálica.

Extremo inferior. Se aplica al cono medular, a la cola de caballo y al filum terminal, al que sigue hasta el fondo de saco dural.

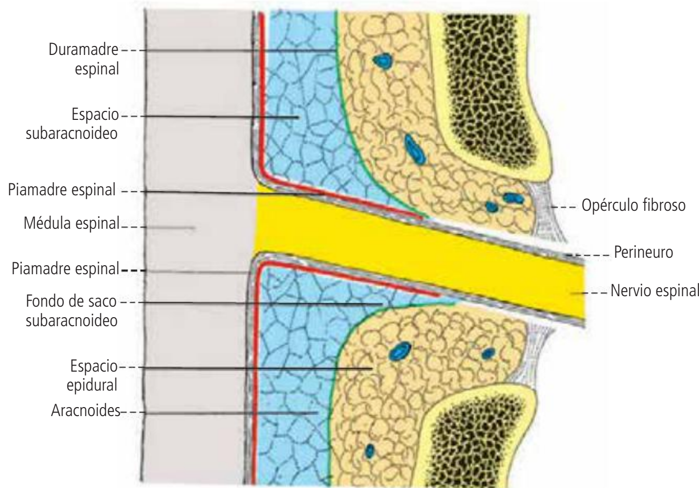


Fig. 23-5. Relaciones del nervio espinal con las meninges y el foramen intervertebral; corte coronal esquemático (según Paturet).

RELACIONES DE LA MÉDULA ESPINAL Y DE LAS RAÍCES

La médula espinal y las raíces espinales ocupan el conducto vertebral en las porciones cervical, torácica y parte alta de la porción lumbar. La mayor parte de las porciones lumbar y sacra alberga a las raíces espinales y al filum terminal.

Las **raíces espinales**, originadas en la médula espinal, deben atravesar las envolturas meníngeas para salir del conducto vertebral (**fig. 23-5**).

Sus relaciones varían:

- En el **saco dural**, las raíces anteriores se dirigen en sentido posterolateral, y las posteriores, en sentido anterolateral. La piamadre acompaña a las raíces en el espacio subaracnoideo en un trayecto contra la duramadre, tomando contacto con la cara externa de la aracnoides. Entre las raíces anteriores y posteriores, se interpone el ligamento dentado solo hasta el nivel de las raíces T12-L1.
- En la **perforación dural**, cada raíz perfora la duramadre por un foramen independiente, envuelta en una vaina subaracnoidea que la rodea, así como las arterias radiculares.
- Por **fuera del saco dural**, las raíces se dirigen hacia el foramen intervertebral. En la parte distal de la raíz posterior se diferencia el ganglio espinal; por fuera de este, ambas raíces fusionadas se continúan como nervio espinal, atravesando el opérculo fibroso (**fig. 23-5**).
- **Cola de caballo**, situada en el fondo de saco dural; las raíces sacrococcígeas rodean el filum terminal, que desciende al vértice del saco dural (filum terminal interno), acompañado por los nervios coccígeos (**fig. 23-6**).

Por intermedio de las meninges, la médula espinal y las raíces se relacionan con las paredes del conducto vertebral. Están protegidas: adelante, por los cuerpos vertebrales, los discos y los ligamentos vertebrales; posterolateralmente, por el arco vertebral: pedículos, istmos, láminas y procesos [apófisis] espinosos, y por los ligamentos amarillos (**fig. 23-8 A** a **C**).

Entre el conducto vertebral y la duramadre se encuentra el **espacio epidural**, ocupado por tejido adiposo, los plexos venosos vertebrales internos, densos y voluminosos, y las arteriolas y los ramos meníngeos de los nervios espinales [nervios sinuvertebrales]. Abajo, en el fondo de saco dural, ramos meníngeos de los nervios espinales en la parte inferior del conducto sacro, el espacio epidural contiene las últimas raíces sacras y coccígeas. Está limitado, abajo y atrás, por la membrana sacrococcígea, que cierra el canal sacro. A través de ella, se puede punzar el espacio epidural (anestesia epidural).

Por fuera del conducto vertebral, la médula espinal y las raíces responden a las diferentes regiones perivertebrales: adelante, están lejos del plano prevertebral; lateralmente, alcanzan las regiones laterovertebrales a través de los forámenes intervertebrales; atrás, la masa muscular de los canales vertebrales forma un espeso cojín. Por medio de esta vía (laminectomía o vía interlamelar), se abordan el conducto vertebral, la médula espinal y las raíces (**fig. 23-8 A** a **C**).

Las relaciones de la médula espinal y de las raíces explican las diversas compresiones medulares, radiculares o radiculomedulares producidas por lesiones óseas (tumores, mal de Pott, etc.), meníngeas o epidurales (vasculares, conectivas).

VASCULARIZACIÓN DE LA MÉDULA ESPINAL Y SUS RAÍCES

Arterias

Arterias radiculares

Presentan una disposición metamérica. Nacen en el **cuello** de las arterias vertebrales, en el **tórax** de las intercostales pos-

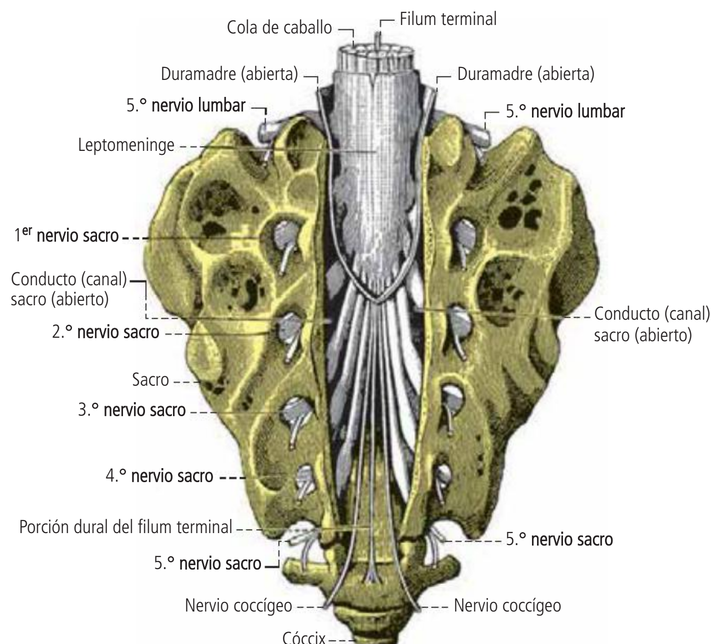


Fig. 23-6. Fondo de saco dural y últimos nervios espinales.

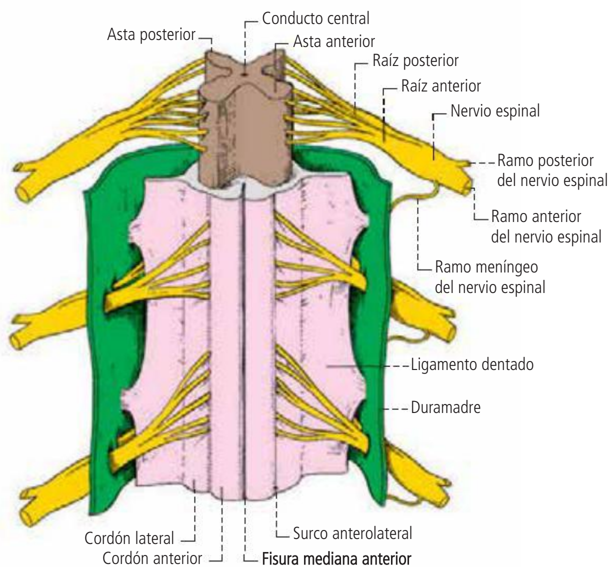


Fig. 23-7. Ligamento dentado, vista anterior.

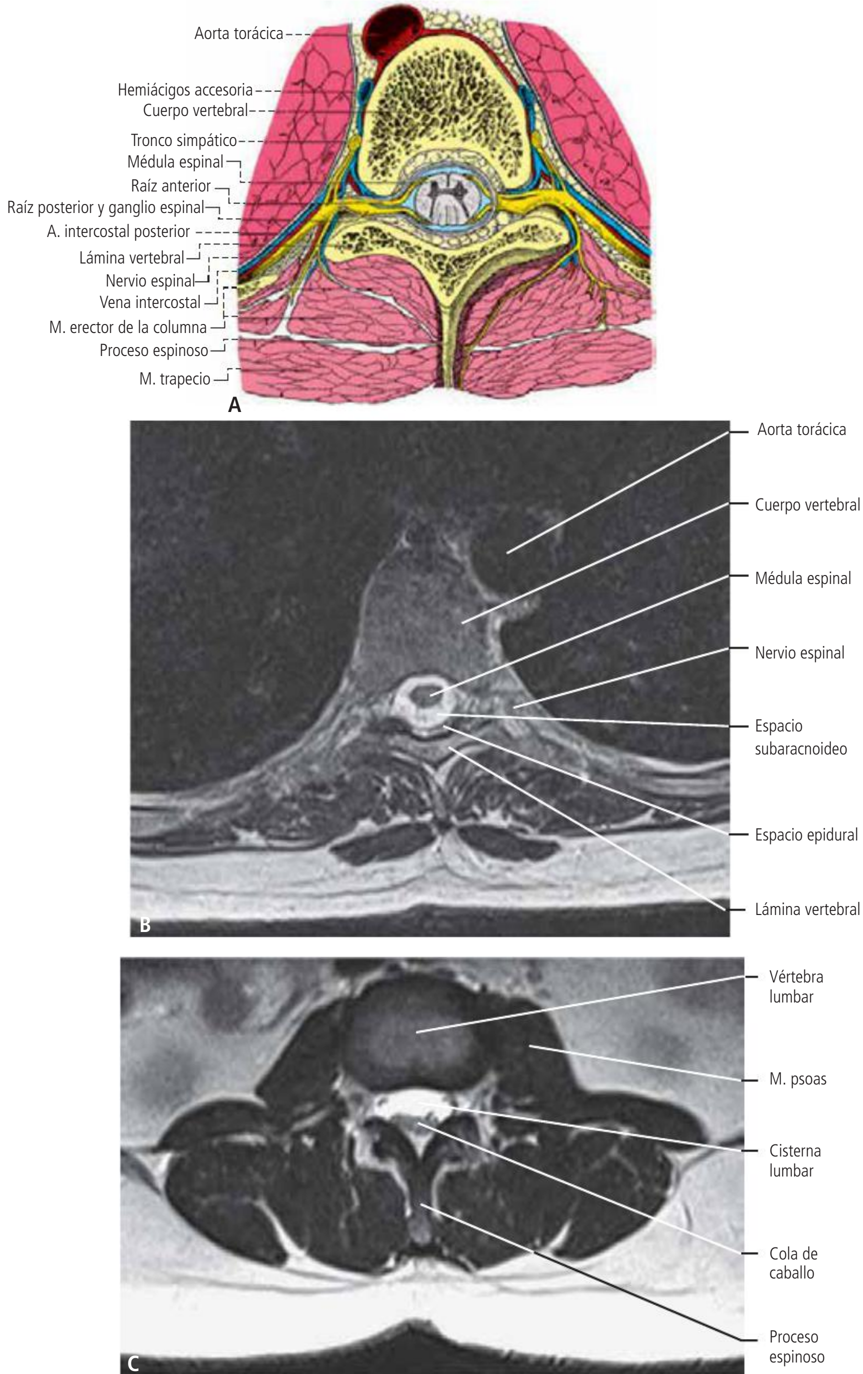


Fig. 23-8. A. Corte horizontal del foramen intervertebral, en la región torácica (Netter); B. Resonancia magnética de la columna vertebral (ponderada en T2). Corte horizontal a nivel de un foramen intervertebral torácico. En el foramen vertebral se observa el espacio epidural rodeando a la duramadre; **C.** Resonancia magnética de la columna vertebral. Corte horizontal a nivel de la tercera vértebra lumbar. En el interior de la cisterna lumbar se observan la cola de caballo y el filum terminal.

teriores (ramas de la aorta torácica), en la **región lumbar** de las lumbares y en la **pelvis** de las arterias sacras. Existen 62. Cada una de ellas penetra en el conducto vertebral por el foramen intervertebral y se divide en dos ramas, anterior y posterior, para la raíz correspondiente.

Arterias espinales

Han perdido la disposición metamérica (**figs. 23-9** y **23-10**):

- Dos arterias espinales anteriores, originadas de cada arteria vertebral a nivel del foramen magno, se reúnen en un solo tronco situado en la fisura mediana anterior.
- Dos arterias espinales posteriores, originadas de cada arteria cerebelosa posteroinferior, vuelven a descender a lo largo de los surcos dorsolaterales.
- Arterias radiculomedulares, provienen de las arterias espinales cuyas ramas alcanzan a la médula. Presentan frecuentes variaciones (Lazorthes).

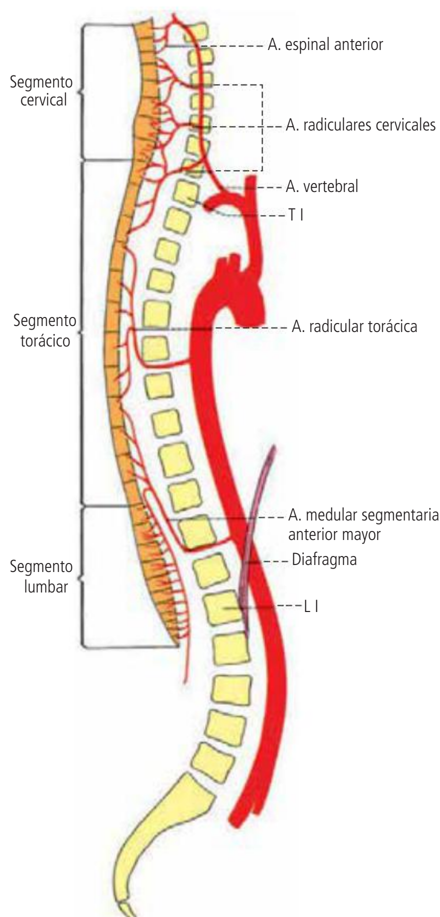


Fig. 23-9. Arterias de la médula espinal (Lazorthes).

Se observan además dos o tres arterias para la intumescencia cervical provenientes de la arteria vertebral.

La **arteria medular segmentaria** anterior mayor [arteria radicular magna de Adamkiewicz] que irriga la intumescencia lumbosacra, es **unilateral**. Se origina en una de las últimas arterias intercostales o en una de las primeras arterias lumbares. En su trayecto describe un arco de convexidad superior, antes de dirigirse hacia el cono terminal.

En la región torácica, el aporte arterial es insuficiente, reducido por lo general a una sola arteria radiculomedular (de la 5.ª, 6.ª o 7.ª arteria intercostal posterior).

Alrededor de la médula. En un corte horizontal se describe un círculo arterial que reuniría la arteria espinal anterior con dos arterias espinales posteriores. Este círculo existe muy raramente (**fig. 23-10**).

En sentido vertical, no existe arteria espinal anterior o posterior extendida a lo largo de toda la médula, reforzada por una rama radicular a nivel de cada segmento, como se describe clásicamente. En realidad, este dispositivo existe a nivel de las intumescencias cervical y lumbosacra, bien vascularizadas, pero desaparece a nivel de la médula torácica. No hay una disposición anatómica perimedular, horizontal o vertical, continua y constante. La vascularización arterial de la médula es muy precaria y susceptible de ser suspendida por una ligadura o por la obliteración de una sola arteria radiculomedular.

En la médula. De las arterias que están situadas profundas a la piamadre emergen ramas arteriales, superficiales o profundas, en especial de la arteria espinal anterior y también de las arterias posteriores. Estas ramas son terminales.

Venas

Descripción

Son más numerosas y también más inconstantes en su disposición que las arterias. Se describen: tres colectores anteriores y tres colectores posteriores, situados en los surcos medianos y en la emergencia de las raíces. Están unidos entre sí por anastomosis transversales y verticales.

Destino

Drenan en los plexos venosos vertebrales internos (véanse **figs. 4-23** y **23-10**) muy densos, escalonados desde el foramen magno al cóccix, situados en el **espacio epidural**. Se distinguen dos plexos: anterior y posterior, reunidos por anastomosis anulares alrededor del espacio epidural. Se comunican hacia afuera del conducto vertebral pasando por el foramen intervertebral, (vena intervertebral), en dirección de las venas extravertebrales posteriores o laterales (venas lumbares, ácigos, venas cervicales profundas, vertebrales). Estos plexos intravertebrales establecen una vía de derivación eficaz entre los dos sistemas cava superior e inferior.

EXPLORACIÓN EN EL SER VIVO

La agresión patológica –traumatismos, infecciones, tumores, lesiones vasculares– de la médula espinal o de las raíces es frecuente en el ser humano. Contenidas en un estuche óseo, no es posible examinarlas directamente. La naturaleza y la localización de la lesión pueden precisarse por:

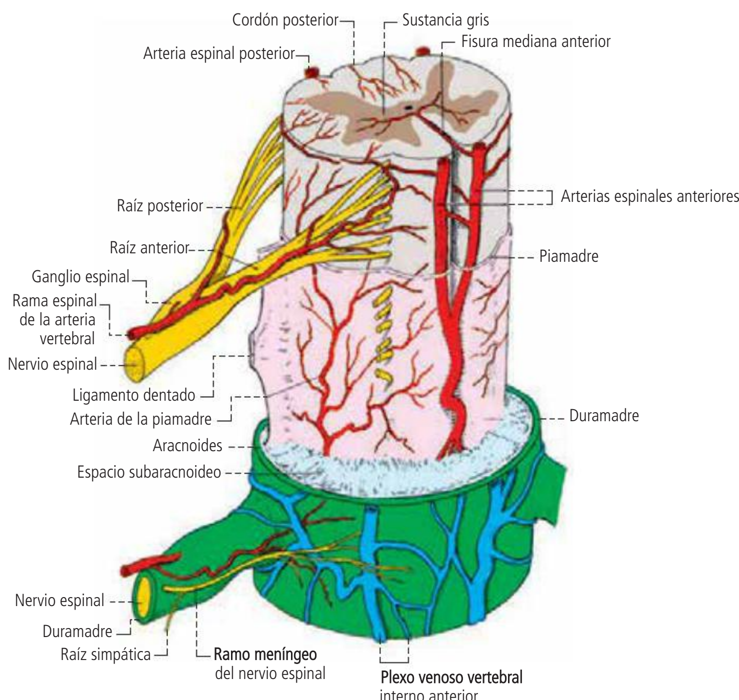


Fig. 23-10. **Vista anterolateral de la médula espinal y sus raíces espinales, sus meninges y su vascularización.**

– El **examen clínico** de la sensibilidad, de la movilidad, de los trastornos vasomotores y de los reflejos de todo orden, cuyo valor diagnóstico es irremplazable.
– La **punción lumbar**, de práctica corriente en clínica, permite extraer una muestra del líquido cerebroespinal [cefalorraquídeo] "que baña" la médula espinal; una aguja fina y larga, introducida entre dos láminas vertebrales, hacia el conducto vertebral, permite efectuar esta maniobra. La punta de la aguja atraviesa el espacio epidural y luego la duramadre, que ofrece una pequeña resistencia. Entonces, el líquido emerge. Se puede controlar la presión, extraer una muestra para su análisis bacteriológico, químico y biológico, controlar su transparencia o color ("cristal de roca"). Por esta maniobra pueden introducirse sustancias radioopacas o gaseosas en el espacio subaracnoideo y estudiarlas en diversas posiciones con el fin de recoger los datos clínicos necesarios.
– El **examen radiológico** de:

A. El esqueleto, mostrando las alteraciones óseas; los espacios subaracnoideos, por medio de la mielografía (introducción de una sustancia radioopaca por punción suboccipital o lumbar).
B. Los vasos (arteriografía medular), lo que es más aleatorio en razón de las importantes variaciones anatómicas comprobadas.

La resonancia magnética (véase **cap. 28**) permite el estudio de todas estas estructuras anatómicas (**fig. 23-11 A** a **D**).



Fig. 23-11. A. Resonancia magnética de columna vertebral ponderada en T1. Corte sagital a nivel de la región cervical. El líquido cerebroespinal se observa hipointenso. La médula espinal acompaña las curvaturas de la columna vertebral; B. Resonancia magnética de columna vertebral ponderada en T2. Corte sagital a nivel de la región cervical. El líquido cerebroespinal se observa hiperintenso. En la base del cráneo se visualiza el foramen magno; **C.** Resonancia magnética de columna vertebral ponderada en T1. Corte sagital a nivel de la región lumbar. El líquido cerebroespinal se observa hipointenso. En la cisterna lumbar se observan la cola de caballo y el filum terminal; **D.** Resonancia magnética de columna vertebral ponderada en T2. Corte sagital a nivel de la región lumbar. El líquido cerebroespinal se observa hiperintenso. Se visualizan las vértebras torácicas más caudales. La médula espinal, hipointensa, se extiende hasta el nivel del disco intervertebral entre las vértebras L1 y L2.

Encéfalo. Generalidades y definiciones

24

El **encéfalo** es la parte del sistema nervioso central que se halla contenido en la cavidad craneal.

Un tabique fibroso horizontal, constituido por la tienda del cerebelo (tentorio), (véanse **figs. 25-2** y **25-3**) permite distinguir dos porciones:

A. Infratentorial: con la médula oblongada, el puente, el cerebelo y los pedúnculos cerebelosos.

B. Supratentorial: con los pedúnculos cerebrales y el cerebro propiamente dicho (**fig. 24-1**).

La región que reúne las porciones infratentorial y supratentorial, recibe el nombre de **istmo del encéfalo**, corresponde a los pedúnculos cerebrales y a los pedúnculos cerebelosos superiores.

Se denomina **tronco encefálico** (cerebral) al conjunto formado, de caudal a craneal, por la **médula oblongada**, el **puente** y el **mesencéfalo**.

Desde el punto de vista embriológico, este conjunto se desarrolla a partir de tres vesículas encefálicas (cerebrales) primitivas denominadas posterior, media y anterior. A partir de estas, el encéfalo se puede dividir en:

- Encéfalo posterior o **rombencéfalo**, originado de la vesícula posterior, del cual se originan la médula oblongada, el puente y el cerebelo.
- Encéfalo medio o **mesencéfalo**, proveniente de la vesícula media, comprende los colículos superior e inferior [tubérculos cuadrigéminos] y los pedúnculos cerebrales con el acueducto del mesencéfalo.
- Encéfalo anterior o **prosencéfalo**, formado de la vesícula anterior, secundariamente dividido en **diencéfalo** (tálamo, hipotálamo, región subtalámica, epitálamo y metatálamo) y **telencéfalo** (corteza cerebral, cuerpo estriado y sustancia blanca).

Cada vesícula persiste y se exterioriza bajo la forma de **cavidades intraencefálicas**:

- En el rombencéfalo: el **cuarto ventrículo**.
- En el mesencéfalo: el **acueducto del mesencéfalo** [de Silvio].
- En el diencéfalo: el **tercer ventrículo**.
- En el telencéfalo: los **ventrículos laterales**.

Nótese que esta división embriológica se corresponde con la división topográfica: el cerebro posterior con la porción infratentorial, el cerebro medio con el istmo del encéfalo y el cerebro anterior con la porción supratentorial.

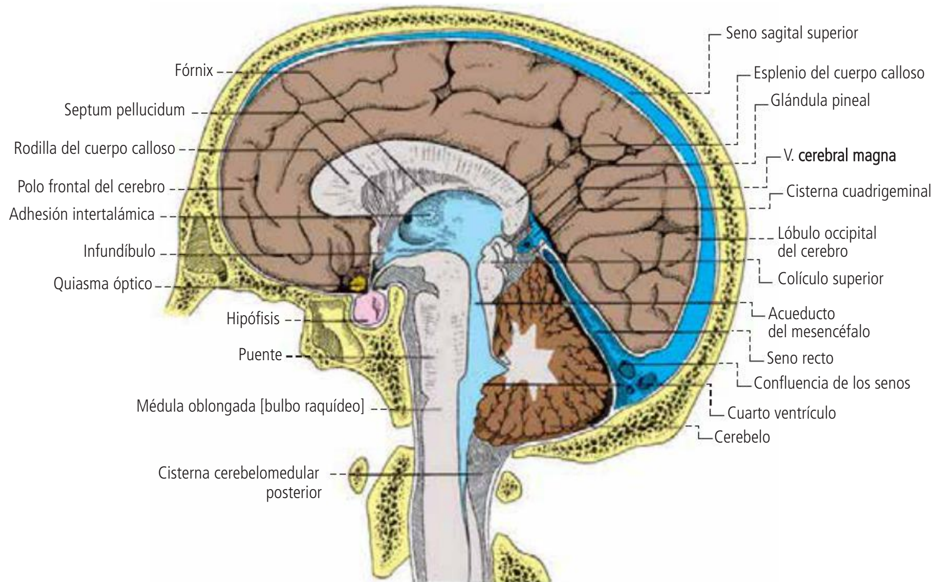


Fig. 24-1. Corte sagital mediano del cráneo y del encéfalo.

Rombencéfalo o encéfalo posterior

Comprende la médula oblongada y el puente, de ubicación ventral, y el cerebelo, dorsal a ambos y unido a ellos a través de los pedúnculos cerebelosos inferiores y medios.

MÉDULA OBLONGADA [BULBO RAQUÍDEO]

Tiene forma de una pirámide truncada ensanchada hacia arriba y su eje longitudinal vertical, inclinado de abajo hacia arriba y de atrás hacia adelante. Se extiende desde el arco anterior del atlas a la parte de la línea mediana de la superficie basilar del occipital, atravesando el foramen magno.

Su límite inferior es impreciso y corresponde a la unión de la médula oblongada con la médula espinal mientras que su límite superior está constituido adelante y a los lados por el **surco medulopontino [bulbopontino]**.

Sus caras anterior y laterales son bien visibles; su cara posterior presenta una parte inferior libre y una parte superior, oculta por el cerebelo, que forma parte del cuarto ventrículo.

Caras anterior y laterales (**figs. 24-2** y **24-3**). Un surco mediano longitudinal, la fisura mediana anterior, prolonga cefálicamente el surco mediano de la médula espinal hasta el surco medulopontino, donde termina en una depresión: el foramen ciego de la médula oblongada. Esta fisura está interrumpida en la parte inferior por la **decusación piramidal**, que señala el límite superior de la médula espinal.

A ambos lados de la fisura mediana anterior se localizan las pirámides de la médula oblongada [bulbares], limitadas por fuera por el **surco preolivar**. De este surco parten 10 o 12 filetes nerviosos que forman, al unirse, el **nervio hipogloso**. Lateralmente se ubica una eminencia ovalada, la **oliva inferior**, la cual es cruzada superficialmente por las fibras arqueadas externas anteriores. Por detrás de la oliva se encuentra el **surco retroolivar**, por donde emergen los **nervios glosofaríngeo** y **vago**, y las **raíces craneales del nervio accesorio**.

Cara posterior. En ella se observa, al igual que en la médula espinal, un **surco mediano posterior** y dos fascículos posteriores, separados por un **surco intermedio posterior** (**fig. 24-10**). Cranealmente, el más lateral de estos dos fascículos se divide y constituye una eminencia denominada **cuerpo restiforme** que formará parte del **pedúnculo cerebeloso inferior**. Cada pedúnculo cerebeloso inferior se dirige al cerebelo situado por detrás de la médula oblongada.

Surco medulopontino [bulbopontino] (**figs. 24-2** a **24-4**). Es un surco arqueado, profundo, visible por la cara anterior y coronado por la masa que constituye el puente y los pedúnculos cerebelosos medios. De él emergen, a uno y otro lado del plano mediano media y de adelante hacia atrás los **nervios abducens, facial, intermedio y vestibulococlear** (**fig. 24-4**).

PUENTE [PROTUBERANCIA, PUENTE DE VAROLIO]

Es una gruesa formación nerviosa de aproximadamente 3 cm de altura, que corresponde por su cara anterior a la parte superior del clivus del hueso occipital. Limitada por arriba por la fosa

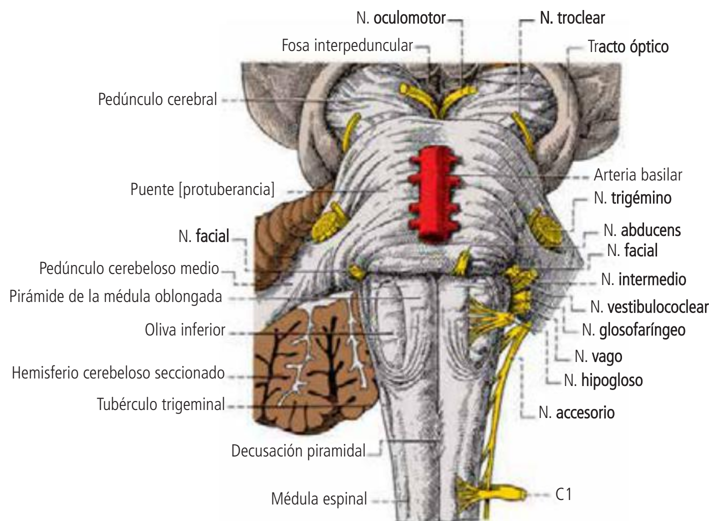


Fig. 24-2. Cara anteroinferior del tronco encefálico.

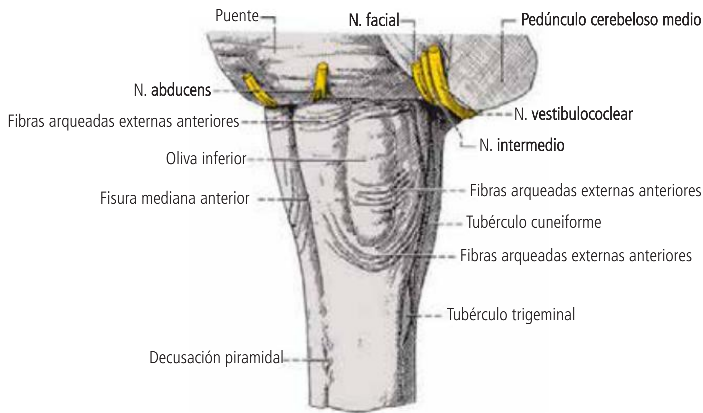


Fig. 24-3. Vista anterolateral izquierda de la médula oblongada [bulbo raquídeo] y del surco medulopontino.

interpeduncular y el surco que se extiende a ambos lados de ella, y por abajo por el surco medulopontino [bulbopontino].

Caras anterior y laterales (**figs. 24-2** a **24-4**). En el plano mediano se distingue el **surco basilar**, por donde transcurre la arteria basilar. A uno y otro lado de este surco, el puente presenta unos relieves o rodetes. La superficie del puente presenta estrías transversales, entre las cuales emerge el voluminoso tronco del **nervio trigémino**. Lateral y hacia posterior, los **pedúnculos cerebelosos medios** se vuelven más estrechos y se hallan coronados por los pedúnculos cerebelosos superiores, los que convergen hacia la parte superior del puente.

Cara posterior. Oculta por el cerebelo, del que está separada por el cuarto ventrículo.

CEREBELO

Está situado por detrás del puente y la médula oblongada, a los que está unido por los **pedúnculos cerebelosos**. En él se reconocen una porción mediana o **vermis** y dos porciones laterales, los **hemisferios cerebelosos**. En conjunto se describen tres caras: superior, inferior y anterior, las cuales presentan numerosos surcos transversales. Como consecuencia de estos surcos se forma pliegues denominados folias o láminas el cerebelo. Los surcos más profundos limitan los lóbulos y lobulillos cerebelosos.

Cara superior (**fig. 24-5**). Es convexa en sentido transversal y anteroposterior. Presenta en la línea mediana una saliente anteroposterior: la porción superior del vermis, extendido por detrás

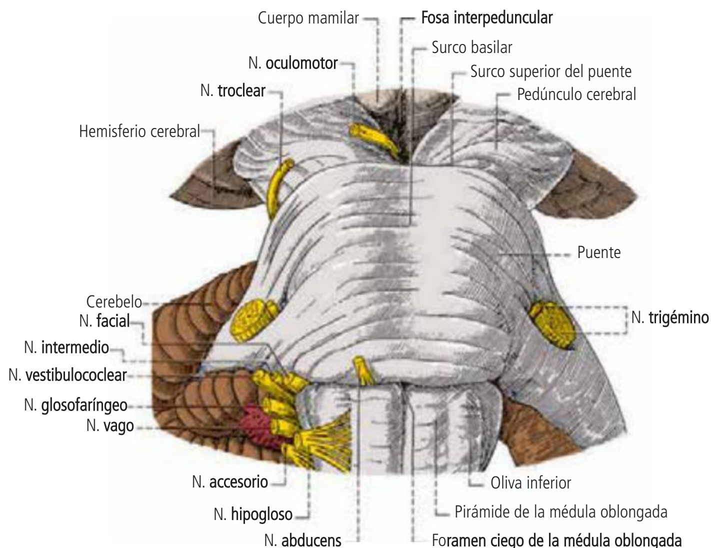


Fig. 24-4. Vista anterior del puente [protuberancia].

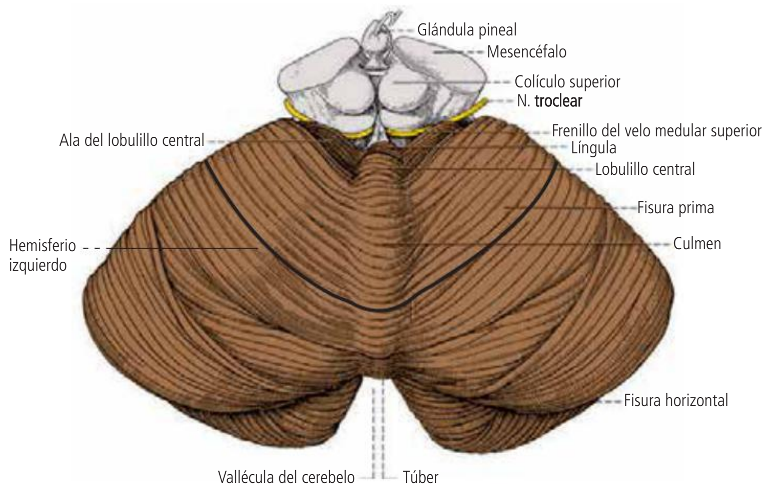


Fig. 24-5. **Cerebelo, cara superior.**

de los colículos, hasta la vallécula del cerebelo [escotadura cerebelosa posterior]. La porción anterior del vermis se denomina língula, mientras que su parte más elevada se designa culmen. La cara superior de los hemisferios cerebelosos, inclinada hacia abajo, atrás y lateralmente, presenta una serie de surcos transversales y paralelos que cruzan de uno a otro hemisferio pasando por el vermis superior.

Cara inferior (**fig. 24-6**). Es convexa en todos los sentidos. En la línea mediana presenta una profunda depresión, la vallécula del cerebelo. Al separar sus bordes en el fondo se observa la parte inferior el vermis, tanto más voluminoso que su sector superior. Está separado de los hemisferios cerebelosos por el surco paramediano. En la unión del tercio medio del vermis con el tercio posterior se produce un ensanchamiento de donde se desprenden dos prolongaciones que lo unen a los hemisferios cerebelosos, constituyendo la pirámide. La porción del vermis inferior por delante de la pirámide, se denomina úvula, la que, aplastada transversalmente, hace protrusión en el interior del cuarto ventrículo. Entre la úvula y el cuarto ventrículo se ubica un pequeño lóbulo mediano, el nódulo, que se sitúa en la parte más anterior del vermis inferior y del que se desprenden dos laminillas de sustancia blanca, las que forman el **velo medular inferior [válvula de Tarin]**.

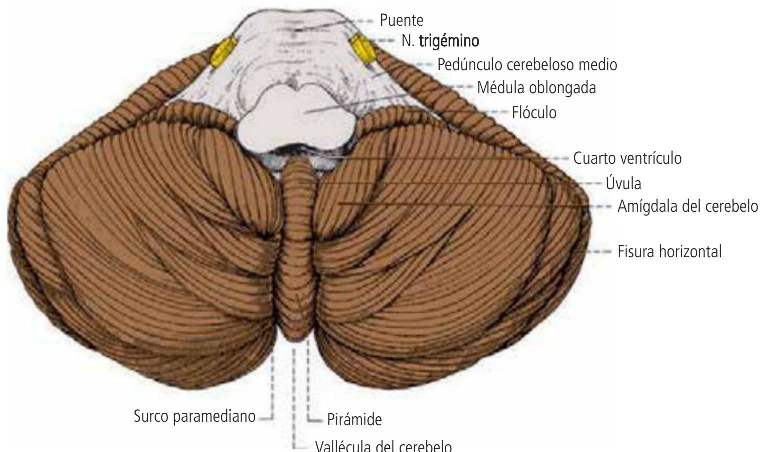


Fig. 24-6. **Cerebelo, cara inferior.**

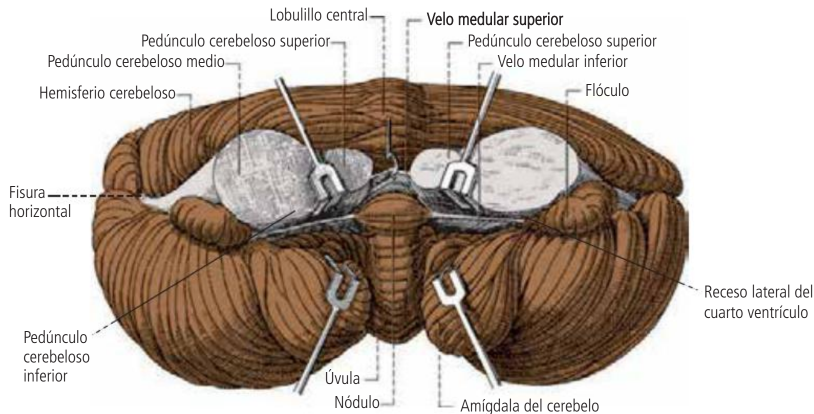


Fig. 24-7. Cerebelo, cara anterior.

Cara anterior (**fig. 24-7**). A diferencia de las otras, esta no es una cara libre: los pedúnculos cerebelosos emergen por ella y conectan el cerebelo con el tronco encefálico. Para estudiarla debe separarse el cerebelo del tronco encefálico, mediante la sección de los pedúnculos cerebelosos. De esta forma la cara anterior queda orientada oblicuamente hacia adelante y abajo. Se distinguen en ella dos porciones laterales y una mediana.

Las **porciones laterales** están constituidas por los hemisferios cerebelosos.

La **porción mediana** corresponde a los extremos del vermis y el cuarto ventrículo. Comprende:

- Una **porción superior**, en la que se observan, de arriba hacia abajo, el declive, el culmen, el lobulillo central y la língula.
- Una **porción intermedia**, limitada lateralmente por la convergencia de los pedúnculos cerebelosos. Entre los pedúnculos cerebelosos superiores se extiende el **velo medular superior** formado por una delgada membrana de sustancia blanca (**figs. 24-17** y **24-18**). A sus lados, los pedúnculos cerebelosos medios e inferiores, y entre estas formaciones y la porción siguiente: el fastigio, receso posterior del cuarto ventrículo (**fig. 24-8**).
- Una **porción inferior**, en la que se observa el extremo anterior del vermis inferior, representado por el nódulo y la úvula,

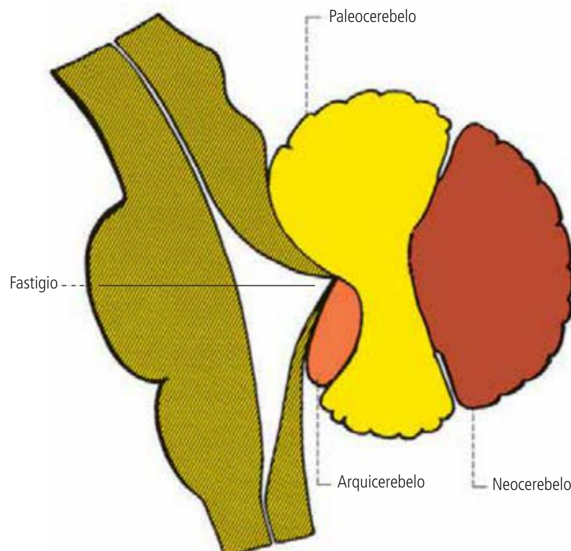


Fig. 24-8. Territorios funcionales del cerebelo.

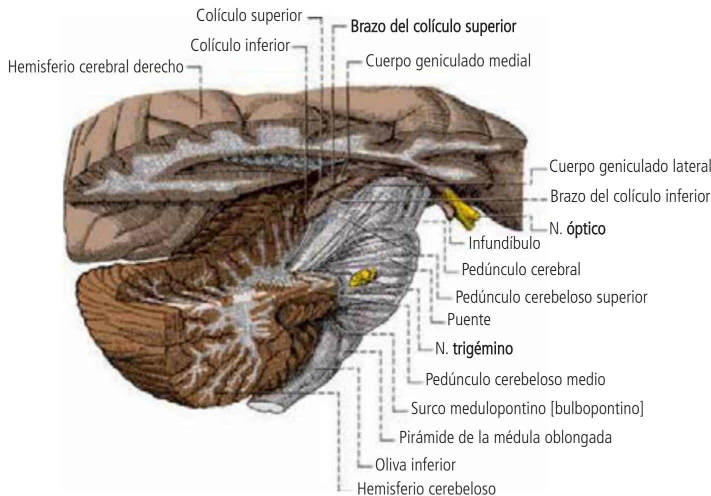


Fig. 24-9. **Tronco encefálico, vista lateral derecha después de la sección horizontal de una parte de los lóbulos temporal y occipital y del hemisferio cerebeloso derecho.**

encuadrados por el **velo medular inferior**, contribuyendo a delimitar el cuarto ventrículo. A los lados de la úvula, la **amígdala cerebelosa** y más lateralmente, el flóculo que desborda por los lados al pedúnculo cerebeloso medio. Estas formaciones se hallan más atrás en relación con las caras anterolaterales de los hemisferios cerebelosos. Están en contacto además, con la **médula oblongada** y el **puente:** de esta forma se dibuja el ángulo pontocerebeloso.

Circunferencia. Limita las tres caras en la parte superior. Presenta dos escotaduras: una posterior, la vallécula cerebelosa, en la que se observa la reunión de los vermis superior e inferior, y otra anterior, más voluminosa que la precedente, que corresponde a la parte posterosuperior del puente y al cuarto ventrículo; por ella emergen los pedúnculos cerebelosos. A cada lado de estas escotaduras, la circunferencia adopta la forma de un borde redondeado, convexo lateralmente. Su parte más prominente constituye el ángulo lateral del cerebelo.

Surcos y lóbulos cerebelosos. La superficie externa del cerebelo presenta gran cantidad de surcos curvilíneos, dispuestos en su mayor parte concéntricos a la circunferencia, que difieren en cuanto a importancia y profundidad. Existen surcos que se profundizan en la sustancia gris, hasta la vecindad de la sustancia blanca central, determinando lóbulos en la superficie cerebelosa; otros surcos menos profundos, los superficiales, separan las folias o láminas cerebelosas.

El más importante de los surcos profundos es la **fisura horizontal** [surco circunferencial de Vicq d'Azyr] (véanse **figs. 24-5** y **24-7**). Se origina a nivel del pedúnculo cerebeloso medio, inmediatamente lateral a él, en la cara anterior del cerebelo por detrás del flóculo. Desde allí se dirige hacia lateral, recorriendo el perímetro del hemisferio cerebeloso para luego alcanzar su borde posterior. Divide así al cerebelo en dos partes: superior e inferior. El cerebelo presenta además otro surco, la **fisura prima** [surco primario], concéntrica al precedente. Se extiende desde el borde lateral del cerebelo, por delante del ángulo, dirigiéndose oblicuo hacia atrás y medialmente, para terminar en el vermis superior a nivel de la vallécula cerebelosa. A partir de los diferentes surcos que existen en el cerebelo se han podido describir hasta 26 lóbulos distintos. Esta división, puramente morfológica, ha sido sustituida por una segmentación anatomofuncional, que distingue de adelante hacia atrás, y sin tener en cuenta la separación entre el vermis y los dos hemisferios, tres sectores bien diferentes a los cuales se les adjudican funciones distintas (véase **fig. 24-8**):

A. Un **lóbulo floculonodular** (flóculo y nódulo), que corresponde al "arquicerebelo" (cerebelo vestibular, equilibrio).
B. Un **lóbulo anterior** (língula, lobulillo central y culmen) con el lóbulo cuadrangular, correspondiente al "paleocerebelo" (control del tono muscular y de las funciones vegetativas).
C. Un **lóbulo posterior**, situado por detrás de la fisura prima, que corresponde al "neocerebelo" (control de la motilidad voluntaria).

PEDÚNCULOS CEREBELOSOS

La cara anterior del cerebelo está unida al tronco encefálico y al mesencéfalo por seis pedúnculos, tres a cada lado, que son: los pedúnculos cerebelosos inferiores que lo unen al médula oblongada, los pedúnculos cerebelosos medios que lo unen al puente y los pedúnculos cerebelosos superiores que lo unen al mesencéfalo.

Pedúnculos cerebelosos inferiores (**figs. 24-10** y **24-14**). Conectan porciones de los cordones posteriores de la médula espinal con el cerebelo. Parte de las fibras aferentes que los componen conforman los **cuerpos restiformes**. Son paralelos a los lados del triángulo inferior de la fosa romboidea cuyos límites forman. Las estrías medulares del cuarto ventrículo los cruzan en su parte posterior (**fig. 24-10**). Al alcanzar la parte superior de estas, las fibras del pedúnculo cerebeloso inferior se dirigen hacia atrás y arriba para profundizarse en el cerebelo; por debajo de

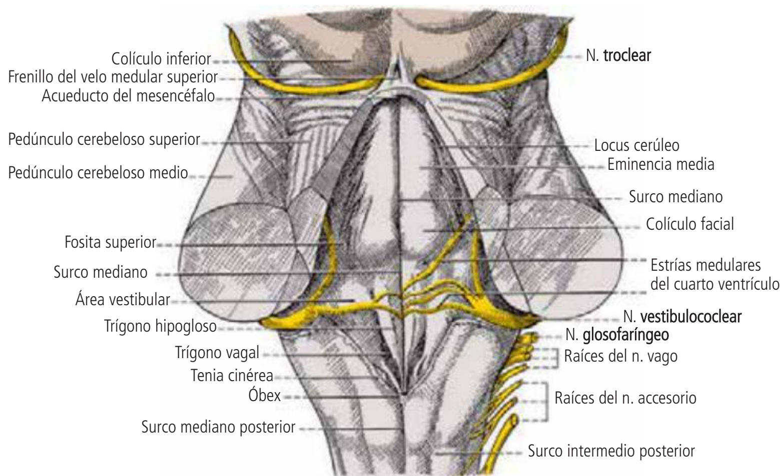


Fig. 24-10. **Fosa romboidea [suelo del cuarto ventrículo], vista posterior, luego de la sección de los tres pedúnculos cerebelosos.**

este codo quedan las estrías medulares del IV ventrículo. Su cara profunda adhiere el cerebelo a la médula oblongada con la que intercambia fibras. Su cara lateral y superior se halla contorneada por la amígdala cerebelosa.

Pedúnculos cerebelosos medios (véanse **figs. 24-9** y **24-10**). Unen el cerebelo al puente, volviéndose más voluminosos al acercarse a él. El límite entre ambos es convencional y lo determina un plano que pasa 1 cm lateral al origen aparente del nervio trigémino. Ligeramente aplastados de adelante hacia atrás, son oblicuos hacia adelante, arriba y medialmente. Su cara lateral está en contacto con el lóbulo cerebeloso correspondiente; la cara inferior, casi horizontal, corresponde al flóculo. La cara superior se corresponde con el ángulo pontocerebeloso. La cara profunda, poco extensa, se profundiza en la cara anterior del cerebelo.

Pedúnculos cerebelosos superiores (véanse **figs. 24-9** y **24-10**). Aplastados de adelante hacia atrás, se extienden desde el cerebelo hasta la cara posterior de los pedúnculos cerebrales. En el interior del cerebelo están situados por arriba y medialmente a los pedúnculos cerebelosos inferiores, mientras que al salir del cerebelo los cruzan por su cara posterior para dirigirse arriba y medialmente hacia el plano mediano y perderse debajo de los colículos inferiores. La cara anterior en su parte lateral adhiere al puente, mientras que su parte medial es libre y contribuye a formar parte del techo del cuarto ventrículo a nivel del triángulo superior. La cara posterior es convexa y lisa. El borde lateral está separado del puente por el surco lateral del istmo. El borde medial corresponde al **velo medular superior** que se extiende entre ambos pedúnculos cerebelosos superiores, derecho e izquierdo.

Velo medular superior [válvula de Vieussens] (véase **fig. 24-7**). Es una laminilla nerviosa triangular inclinada de arriba hacia abajo y de adelante hacia atrás, cubierta por la parte anterior del vermis superior y extendida entre los dos pedúnculos cerebelosos superiores. Su base se confunde con la língula del vermis cerebeloso. Su vértice está prolongado por los frenillos del velo medular superior, a cuyos lados surgen los nervios trocleares (**fig. 24-10**). La cara anterior del velo es convexa y está tapizada por el epéndimo del cuarto ventrículo. Su aspecto es de una lámina blanca que se continúa hacia abajo en el centro medular del cerebelo. La cara posterior es cóncava de arriba hacia abajo, presenta una parte anterior, de forma triangular, constituida por sustancia blanca y una parte posterior de sustancia gris de forma trapezoidal, con pliegues transversales que semejan las láminas cerebelosas.

CUARTO VENTRÍCULO

El cuarto ventrículo es la cavidad del rombencéfalo. Está comprendida entre la médula oblongada y el puente por delante, los pedúnculos cerebelosos lateralmente y el cerebelo por detrás. De forma romboidal y aplastado en sentido anteroposterior, su eje mayor es oblicuo hacia arriba y adelante. Se describen en él dos paredes, cuatro bordes y cuatro ángulos.

Pared anterior (**fig. 24-10**). Llamada **fosa romboidea** [piso del cuarto ventrículo]. En forma de rombo, su eje mayor está representado por un surco mediano que se dirige del ángulo superior al inferior; su eje menor, horizontal, se extiende entre los ángulo laterales del rombo, donde se identifican los recesos laterales. El eje horizontal divide la fosa romboidea en dos superficies triangulares opuestas por su base: un triángulo inferior, medular [bulbar], y un triángulo superior, pontino [protuberancial].

A. **Triángulo inferior:** corresponde a la médula oblongada. Se observa el **surco mediano**, denominado tradicionalmente [calamus scriptorius], cuyo extremo inferior es el [pico del cálamo] situado a nivel del **orificio superior del conducto central**, ubicado en la unión de los extremos mediales de los **funículos separans (cordón de separación)**. Por detrás del pico, se halla una pequeña lámina de sustancia gris transversal extendida entre ambos tubérculos gráciles: es el óbex [cerrojo], que pertenece al techo o límite dorsal del cuarto ventrículo, y representa el borde superior de la sustancia gris que en la médula espinal se encuentra por detrás del con-

ducto central. A ambos lados del surco mediano se desprenden tractos blanquecinos oblicuos y transversales extendidos hacia ambos lados de la línea mediana, que se dirigen hacia los ángulos laterales al área vestibular: son las **estrías medulares del cuarto ventrículo** [barbas del cálamo o estrías acústicas]. Una de ellas asciende hacia el triángulo superior de la fosa romboidea, entre el colículo facial y la base del trígono del hipogloso (**fig. 24-10**). A cada lado de la línea mediana y de medial a lateral se observa el **trígono del hipogloso** [ala blanca interna], que es una eminencia blanquecina triangular de base superior, dividida por un pequeño surco vertical en dos vertientes: medial, que corresponde al núcleo del nervio hipogloso y lateral. Lateralmente, el **trígono vagal** [ala gris], de forma triangular, se distingue del trígono del hipogloso por su color grisáceo. Corresponde al núcleo dorsal del vago y al núcleo salival inferior del glosofaríngeo. En su vértice inferior presenta un área deprimida, la **fóvea inferior**. Su vértice superior está dirigido hacia arriba, entre el trígono del hipogloso y el área vestibular. Su base se apoya sobre el pedúnculo cerebeloso inferior. El **área vestibular** [ala blanca externa] ocupa la parte lateral del triángulo inferior: de vértice inferior, su base se dirige al triángulo superior (pontino). La superficie, algo convexa, está atravesada por las **estrías medulares del cuarto ventrículo**. En la parte superolateral se observa una saliente transversal que termina en el receso lateral: es el área acústica, dividida en un área vestibular inferomedial y un área coclear superolateral, donde se proyecta el **núcleo coclear dorsal**.

B. Triángulo superior: corresponde al puente. Presenta el **surco mediano**, que prolonga al de la médula oblongada hacia craneal; a veces se lo observa ensanchado en su parte mediana presentando una fosita mediana (**fig. 24-10**). A cada lado de la línea mediana, de medial a lateral, inmediatamente por encima del trígono del hipogloso, se observa una eminencia redondeada: el **colículo facial** [eminencia teres], que corresponde al núcleo de origen del nervio abducens rodeado por las fibras del nervio facial. El colículo facial es prolongado hacia arriba por una protrusión redondeada vertical, la **eminencia media** [funículo teres]. Lateralmente al colículo facial se observa una depresión, la fóvea superior, de coloración más oscura, dispuesta paralelamente al borde del ventrículo, donde se sitúa el **locus cerúleo**, constituido por una capa de sustancia gris.

Pared posterior. Llamada **techo del cuarto ventrículo** separa a este del cerebelo (**figs. 24-11**, **24-12** y **24-18**). En un corte sagital, el techo del cuarto ventrículo presenta dos porciones:

- **Porción superior.** Inclinada de arriba hacia abajo y de adelante hacia atrás, constituida lateralmente por una parte que forman los bordes mediales de ambos pedúnculos cerebelosos superiores (**fig. 24-10**), extendiéndose entre ambos una delgada lámina de sustancia nerviosa triangular, el **velo medular superior** cubierto por la língula del vermis superior.
- **Porción inferior.** Está formada por el **velo medular inferior** [válvula de Tarin] del cuarto ventrículo (**fig. 24-11**). Es una lámina delgada de naturaleza ependimaria, triangular, extendida de un pedúnculo cerebeloso inferior al otro. Hacia adelante se prolonga en el revestimiento ependimario del piso del cuarto ventrículo. Por arriba y atrás se fija a la úvula cerebelosa. Abajo y atrás está reforzado por el **óbex**, lámina gris impar y media, triangular como el espacio que ella ocupa; su vértice inferior se continúa con la comisura gris de la médula oblongada; su base, dirigida hacia arriba, es delgada, libre y más o menos irregular; sus dos bordes laterales se fijan en la separación de los tubérculos gráciles. Representa la parte más alta de la comisura gris posterior. Lateralmente se encuentra la **tenia cinérea** (**fig. 24-10** y **24-11**), delgada lámina de sustancia blanca que recubre, sobre los lados, a la membrana ependimaria en la vecindad de su fijación sobre los pedúnculos cerebelosos inferiores y en la vecindad del óbex. La **tela coroidea del cuarto ventrículo** (**fig. 24-12**) se insinúa entre el velo medular inferior y el cerebelo. Es una lámina conectivovascular de piamadre de forma triangular, con base superior dirigida hacia el borde libre del velo medular inferior, y cuyo vértice pertenece a la parte inferior del óbex. Está constituida por dos hojas: una anterior, que recubre y se adhiere íntimamente al velo medular inferior, y una posterior, que tapiza la cara anterior del vermis inferior y a las amígdalas. Ambas hojas se encuentran unidas, por finos trac-

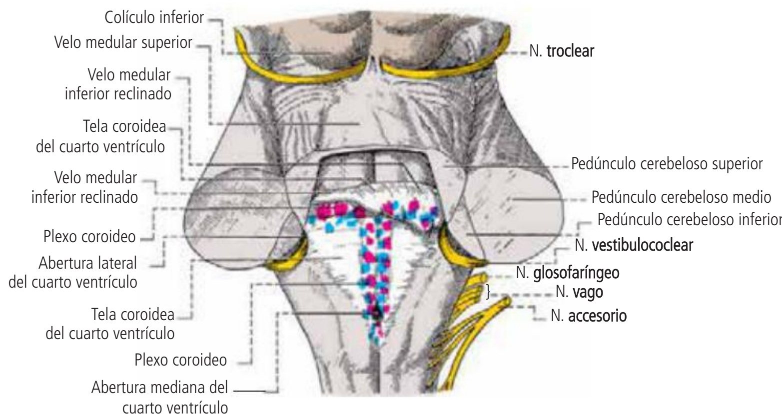


Fig. 24-11. Techo del cuarto ventrículo.

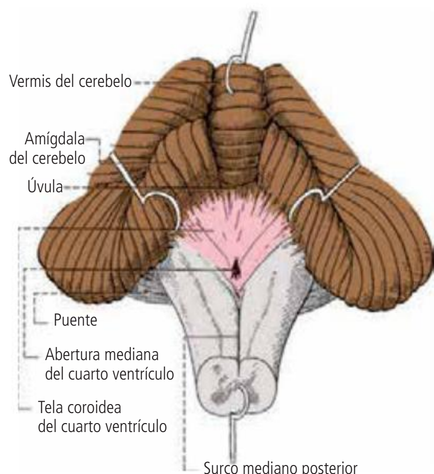


Fig. 24-12. Abertura mediana del cuarto ventrículo. La médula oblongada está vista por su cara posterior; el vermis del cerebelo se halla levantado y los hemisferios cerebelosos están separados.

tos conectivos entre los que se encuentra líquido cerebroespinal. En esta lámina se encuentran los plexos coroideos del cuarto ventrículo. En el centro del velo medular inferior está la **abertura mediana del cuarto ventrículo** [agujero de Magendie] (**fig. 24-12**), irregular, redondeada u ovalada a través de la cual se comunica el cuarto ventrículo con el espacio subaracnoideo.

Bordes. Los dos bordes superiores de la fosa romboidea están constituidos por los pedúnculos cerebelosos superiores reunidos en el vértice por el velo medular superior. Los dos bordes inferiores están formados por los pedúnculos cerebelosos inferiores.

Ángulos. El ángulo superior corresponde a la comunicación con el **acueducto del mesencéfalo**. En el ángulo inferior se identifica la comunicación con el **conducto central de la médula espinal** [conducto del epéndimo]. Los dos ángulos laterales situados por debajo del punto de convergencia de los pedúnculos cerebelosos se prolongan hacia lateral por el **receso lateral** [de Reichert]. En este espacio abierto lateralmente entre el flóculo y el pedúnculo cerebeloso inferior se halla la **abertura lateral del cuarto ventrículo** [agujero de Luschka], que desemboca cerca de la emergencia del nervio glosofaríngeo, el cual se encuentra adelante y lateralmente (**fig. 24-13**).

RELACIONES DEL ROMBENCÉFALO

La médula oblongada, el puente y el cerebelo ocupan la fosa craneal posterior, prolongada hacia abajo por el **embudo occipital** (Clavel y Latarjet) hasta el arco anterior del atlas. Esta región está separada del cerebro por el tentorio o tienda del cerebelo, pero se encuentra conectada por la **incisura del tentorio** [agujero oval de Pacchioni]. En esta fosa osteofibrosa, cerrada por la duramadre, las formaciones nerviosas presentan relaciones: anteriores y laterales, circunferenciales, posteroinferiores y superiores (**figs. 24-14** a **24-16**).

Anteriores y laterales. Ángulo pontocerebeloso. En la línea mediana y de abajo hacia arriba se encuentran (**figs. 24-14** y **24-15**): delante de la médula oblongada, el diente del axis en contacto con el arco anterior del atlas por intermedio del ligamento transverso del atlas y luego el borde anterior del foramen magno; por delante del puente, la porción basilar del occipital. Entre el tronco encefálico y el plano óseo, se encuentra el espacio subaracnoideo, y asciende la arteria basilar formada por la unión de las dos arterias vertebrales.

A los lados, el ángulo pontocerebeloso está excavado entre el tronco encefálico y la cara anterior del hemisferio cerebeloso. La depresión así creada está ocupada por un espacio subaracnoideo: la **cisterna pontocerebelosa** en la que se encuentran los nervios craneales que emergen por el surco medulopontino [bulbopontino]. Este ángulo se sitúa frente a la cara posterior de la porción petrosa del temporal, con el meato auditivo interno coronado por la tienda del cerebelo. Más lateralmente, los hemisferios cerebelosos están en relación con la cara profunda del proceso mastoideo [apófisis mastoides] que presenta el surco del seno lateral, lateral al cual se proyecta el antro mastoideo. Las caras lateral y anterolateral del cerebelo son de exploración y acceso difíciles.

Circunferenciales. El borde curvilíneo de cada hemisferio cerebeloso está en contacto con la inserción de la tienda del cerebelo. Se inserta en el borde superior de la porción petrosa del temporal, donde se encuentra el **seno petroso superior**, y en el trayecto horizontal del seno lateral, a lo largo de la cara medial del hueso occipital y hasta la línea mediana posterior, donde se encuentra la hoz del cerebelo extendida desde el foramen magno hasta la protuberancia occipital interna (**fig. 24-16**).

Posteroinferiores. A los lados, la celda cerebelosa está cerrada atrás y abajo por el hueso occipital. Delgado abajo y más grueso arriba, este está tapizado superficialmente por los músculos de la nuca que llenan todo el espacio comprendido entre el arco posterior del atlas y la protuberancia occipital externa. La duramadre tapiza la cara endocraneana del hueso. Contiene las porciones horizontal y descendente del seno lateral y del seno occipital.

En el plano mediano (**fig. 24-14**), de adelante hacia atrás, las relaciones se establecen con el foramen magno y el embudo occipital que lo prolonga hacia el atlas. El tronco encefálico, la úvula, la amígdala y el vermis inferior se hallan separados del hueso, tapizado de duramadre, por la cisterna magna, confluente posterior de los espacios subaracnoideos. La duramadre pasa por el conducto vertebral cubierta por atrás por la **membrana atlantooccipital posterior**. Es la vía de la punción suboccipital de los espacios subaracnoideos.

Superiores (véanse **figs. 25-2** y **25-3**). La celda cerebelosa está separada de la parte superior de la fosa craneal posterior por el **tentorio** o **tienda del cerebelo**. Este se halla entre los lóbulos occipitales de los hemisferios cerebrales y el cerebelo excepto a nivel de la incisura del tentorio, a través de la cual la médula oblongada y el puente se continúan con el mesencéfalo.

La tienda del cerebelo se extiende de atrás hacia adelante desde el hueso occipital al borde superior de la porción petrosa del temporal. En el plano mediano está elevada por la inserción de la hoz del cerebro que contiene al seno recto.

La incisura del tentorio está limitada adelante por la cara posterior del esfenoides con los procesos [apófisis] clinoides posteriores. Lateralmente y atrás, la pequeña circunferencia de la tienda del cerebelo forma un relieve grueso constituido por la duramadre.

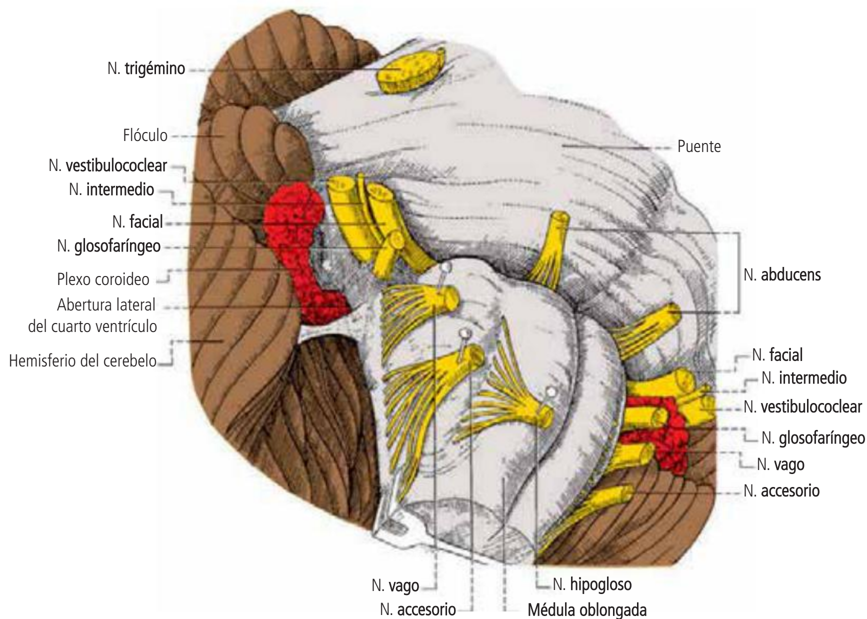


Fig. 24-13. **Vista anteroinferior derecha del tronco encefálico.**

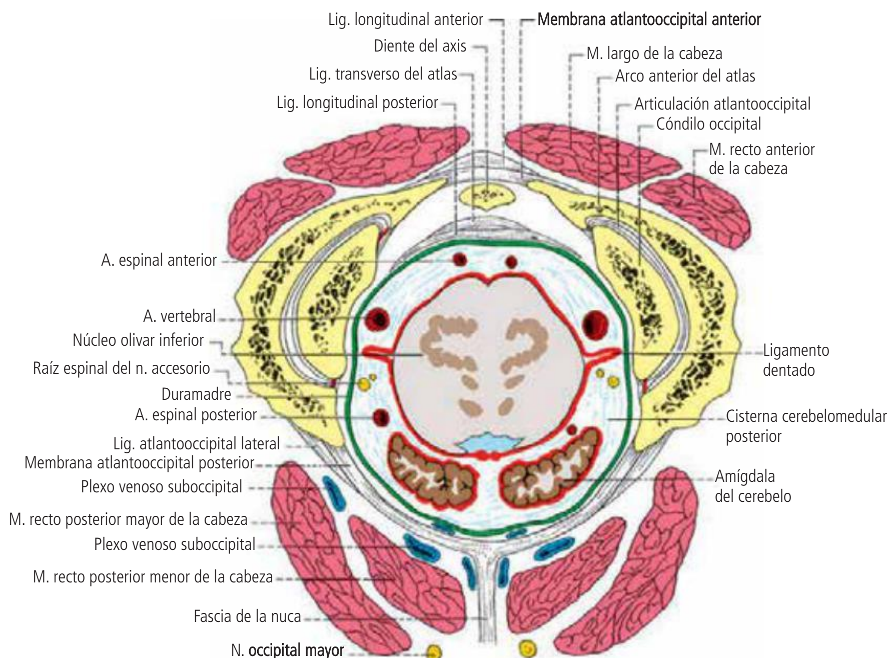


Fig. 24-14. **Corte horizontal que pasa por las articulaciones atlantooccipitales, mostrando las relaciones de la médula** oblongada (según Paturet).

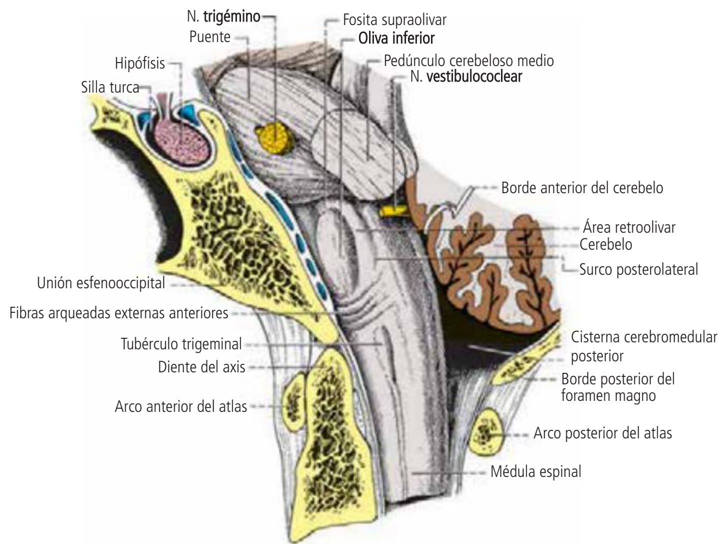


Fig. 24-15. **Médula oblongada y puente, vista lateral izquierda.**

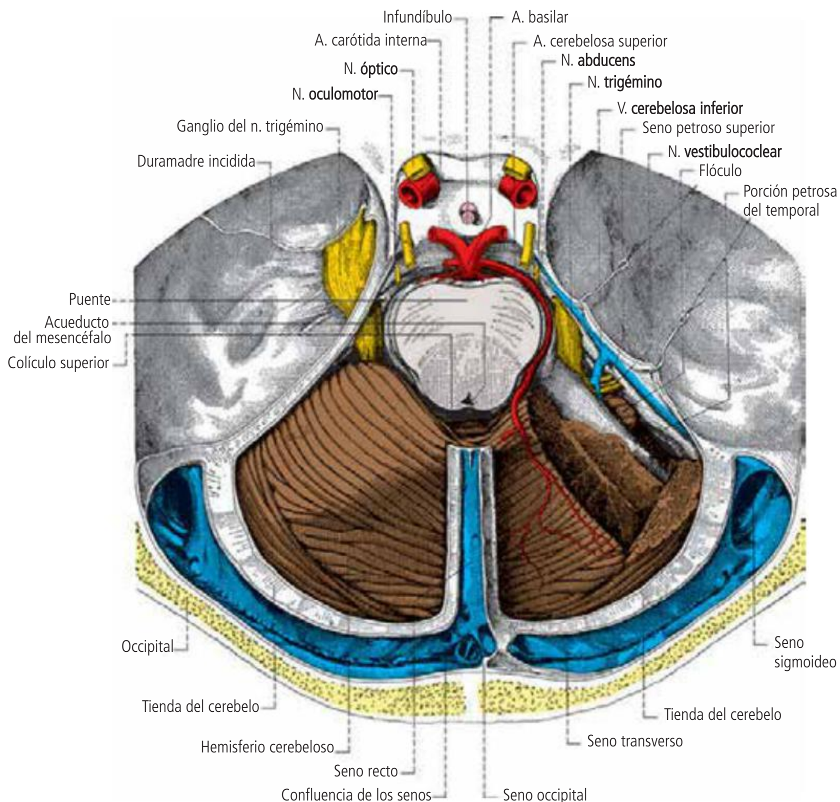


Fig. 24-16. **Cerebelo en la fosa posterior de la base del cráneo. La tienda del cerebelo ha sido en gran parte resecada. En el lado** derecho ha sido extirpada la parte anterolateral del hemisferio cerebeloso.

Mesencéfalo o encéfalo medio

Comprende los **pedúnculos cerebrales**, los **colículos superiores** e **inferiores** y la persistencia de la cavidad mesencefálica, muy reducida en el adulto, el **acueducto del mesencéfalo**.

DESCRIPCIÓN

Los **pedúnculos cerebrales** unen el puente, del cual parecen emerger, con el hemisferio cerebral correspondiente, a nivel de la región subtalámica y de la cápsula interna. Ocupan la **incisura de la tienda del cerebelo**, formada por el borde libre de la tienda del cerebelo que se encuentra entre la fosa craneal posterior y las fosas craneales anterior y media.

El único límite neto es el inferior, determinado por un surco presente entre el puente y los pedúnculos cerebrales en su parte anterior. En la parte posterior este límite es menos claro. Los límites superiores también son imprecisos, no existe una separación clara entre el mesencéfalo y el rombencéfalo. Lateralmente, los tractos ópticos (pertenecientes al diencéfalo), constituyen un límite aproximado. Atrás, los límites de los pedúnculos cerebrales se confunden con la región de los colículos superiores e inferiores.

Los **pedúnculos cerebrales** se dirigen oblicuos hacia adelante, arriba y lateralmente, separándose progresivamente uno del otro. La porción anterior de cada pedúnculo es el **pie peduncular**. En su parte posterior, los pedúnculos permanecen unidos, continuándose hacia atrás con el **tegmento mesencefálico**. La región más dorsal está constituida por la **lámina tectal** [cuadrigémina].

Se describen cuatro caras: anteroinferior, posterosuperior, lateral y medial.

Cara anteroinferior. Tiene aspecto fasciculado. Según su eje mayor es convexa en sentido transversal. Cada pedúnculo presenta en esta cara el pie peduncular, entre ambos se encuentra la fosa interpeduncular. Excepcionalmente se observan fibras que cruzan esta cara pudiendo constituir formaciones aberrantes.

Cara posterosuperior (**fig. 24-17**). Está constituida por la **lámina tectal**, que corresponde a la parte del mesencéfalo que se encuentra por detrás de un plano que pasa por la cara posterior del **acueducto del mesencéfalo** y que la separa del **tegmento mesencefálico**. Inferior y lateral a la lámina tectal se observan los **pedúnculos cerebelosos superiores**, que se separan hacia el cerebelo y establecen la unión entre este y el mesencéfalo. En el ángulo de separación se interpone el velo medular superior (**fg. 24-17**). Este velo está unido a la lámina tectal por el frenillo del velo medular superior. A cada lado del frenillo se desprenden los **nervios trocleares**, situados por detrás y debajo de los colículos inferiores. Los nervios trocleares rodean el mesencéfalo en dirección anterior, recorriendo la cisterna ambiens.

- **Colículos superiores e inferiores.** Son cuatro eminencias semiesféricas situadas en la lámina tectal [cuadrigémina] dispuestas dos a cada lado y separadas por un surco longitudinal. Un surco curvilíneo de convexidad posterior extendido de izquierda a derecha permite distinguir los colículos superiores e inferiores. De esta forma el conjunto de los surcos forma el surco cruciforme distinguiéndose cuatro colículos: dos superiores y dos inferiores (**fig. 24-17**).

  Los **colículos superiores**, más voluminosos que los inferiores, están separados en el plano mediano por una superficie deprimida en la que se ubica la glándula pineal (**figs. 24-18** y **24-19**). Cada uno de los colículos se prolonga hacia adelante y lateralmente en un cordón blanco: es el **brazo del colículo superior** [conjuntival anterior] que lo une al cuerpo geniculado lateral del tálamo. Los colículos superiores representan un centro de conexión óptica, un centro reflejo de las vías ópticas y de las oculomotoras.

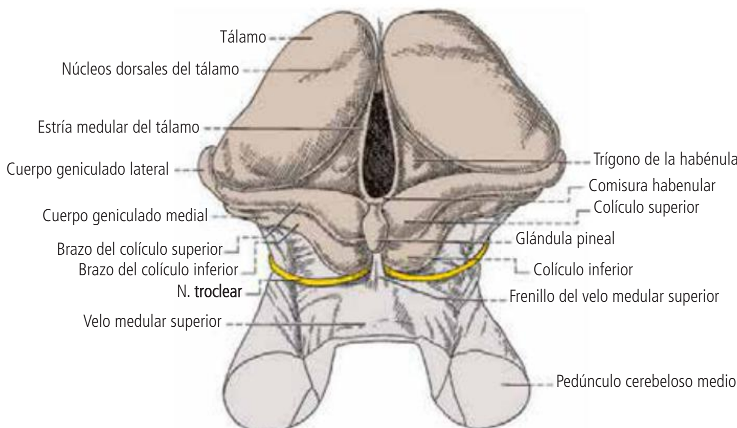


Fig. 24-17. Cara posterior del mesencéfalo.

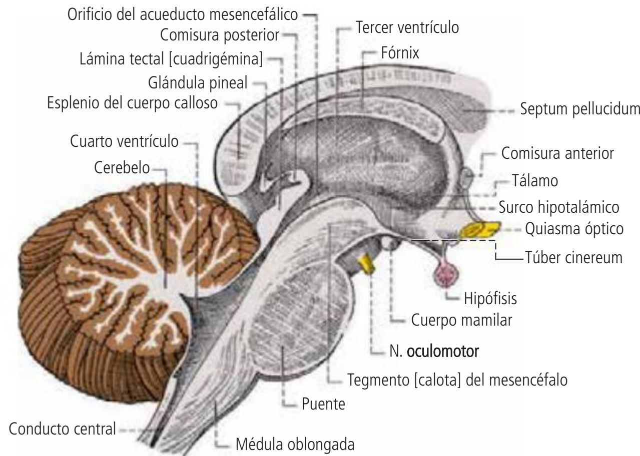


Fig. 24-18. Corte sagital mediano. Cara medial del segmento del corte.

Los **colículos inferiores**, más pequeños y más cercanos al plano mediano, también se continúan en un cordón blanco, el **brazo del colículo inferior** [conjuntival posterior] que lo une al cuerpo geniculado medial del tálamo. Los colículos inferiores representan un centro auditivo y de reflejos acústicos.

Cara lateral. Convexa de adelante hacia atrás, está atravesada de abajo hacia arriba y de atrás hacia adelante por un surco oblicuo muy pronunciado: el **surco lateral mesencefálico**. Se origina en la región del puente, entre los pedúnculos cerebelosos medio y superior, y se dirige hacia arriba, adelante y lateralmente hasta el cuerpo geniculado medial. Por delante de este surco, se encuentra el pie peduncular, de aspecto fasciculado. Atrás se observa el **trígono del lemnisco lateral** [triángulo de Reil], entre el colículo inferior y el brazo del colículo inferior por arriba y el pedúnculo cerebeloso superior por abajo. La base del triángulo corresponde al surco lateral mesencefálico y el vértice al colículo inferior. Está ocupado por el lemnisco lateral que termina en el cuerpo geniculado medial.



Fig. 24-19. Corte sagital mediano de la lámina tectal. En rojo: piamadre.

Esta cara del mesencéfalo está cruzada horizontalmente por el nervio troclear.

Cara medial. Existe solamente a nivel de los pedúnculos cerebrales, pues hacia atrás ambos están fusionados, continuándose con el tegmento mesencefálico. La cara medial de los pies pedunculares se orienta hacia el **espacio interpeduncular**. De cada lado de este espacio, emerge el **nervio oculomotor** (véanse **figs. 24-2** y **24-20**).

RELACIONES

Se distinguen:

- Adelante y abajo, los pedúnculos cerebrales, entre los cuales emerge el nervio oculomotor, están cruzados por la **arteria cerebral posterior** y luego por la **arteria cerebelosa superior** (**fig. 24-35**). Entre la separación de ambos pedúnculos, en el fondo de la fosa interpeduncular, se ubica la **sustancia perforada posterior**, atravesada por vasos sanguíneos. El espacio subaracnoideo entre los pedúnculos cerebrales es la **cisterna interpeduncular**.
- Atrás y arriba se halla la tienda del cerebelo coronada por el esplenio [rodete] del cuerpo calloso. Entre el esplenio y los colículos existe un espacio: la **cisterna cuadrigeminal** (a nivel de la lámina tectal), donde se encuentran, rodeando a la glándula pineal, las pequeñas venas internas del cerebro, que uniéndose forman la **vena cerebral magna** [de Galeno], afluente del seno recto.
- Lateralmente, el mesencéfalo, se relaciona con el giro parahipocampal que lo oculta. Con este limita la parte posterior y lateral de la **fisura transversa del cerebro** (**fig. 24-20**). El espacio subaracnoideo que rodea lateralmente al mesencéfalo es la **cisterna ambiens**.

ACUEDUCTO DEL MESENCÉFALO [DE SILVIO]

Constituye el vestigio de la cavidad del mesencéfalo embrionario, uniendo el tercer ventrículo, rostral y anterior, con el cuarto ventrículo, caudal y posterior.

Su orificio inferior corresponde al ángulo superior del cuarto ventrículo, por debajo del velo medular superior. Su orificio superior, la **abertura del acueducto mesencefálico** [anus], está situado por debajo de la comisura posterior o epitalámica y corresponde a su comunicación con el tercer ventrículo.

La pared anteroinferior está situada posterior al tegmento del mesencéfalo y corresponde a los núcleos de origen de los nervios troclear y oculomotor.

La pared posterosuperior está formada, de caudal hacia rostral, por la base de los colículos inferiores y superiores y la cara inferior de la comisura posterior, situada debajo de la glándula pineal.

Su calibre es más estrecho en la parte media que en sus dos extremos. Está tapizado por la membrana ependimaria y por fuera de ella por una capa de sustancia gris: la sustancia gris central.

Prosencéfalo (telencéfalo y diencéfalo) o encéfalo anterior

El prosencéfalo resulta del desarrollo de la vesícula cerebral anterior. Esta sufre un estrangulamiento que origina dos porciones: una anterior, llamada vesícula telencefálica y una posteroinferior, vesícula diencefálica. No existe entre ambas un límite neto. El prosencéfalo representa la parte más voluminosa del encéfalo: ocupa las fosas craneales anterior y media y se aplica sobre la tienda del cerebelo, que lo separa de la fosa craneal posterior.

Las dimensiones del prosencéfalo varían según los individuos y su forma obedece a la del cráneo.

En el cerebro, derivado telencefálico, se diferencian dos hemisferios separados por una profunda fisura dispuesta entre ambos, la **fisura longitudinal cerebral**, pero se encuentran conectados entre sí por formaciones que se extienden entre uno y otro hemisferio: formaciones interhemisféricas. En los hemisferios se encuentra una capa de sustancia gris cortical, periférica, en la que se ubican las áreas motoras, sensoriales y asociativas; en su interior se encuentran cúmulos de sustancia gris rodeados por sustancia blanca, los **núcleos basales**, que se encuentran conectados entre uno y otro lado, derecho e izquierdo, por las **comisuras interhemisféricas**. En el interior de los hemisferios y en las comisuras interhemisféricas se observan cavidades: los **ventrículos cerebrales**, los que por su posición se distinguen en **ventrículos laterales**, uno en cada hemisferio, y un ventrículo de ubicación mediana, el **tercer ventrículo**.

Su peso varía con la edad, el término medio en el adulto varía entre 1 200 g y 1 000 g.

Al igual que el resto del sistema nervioso central, el cerebro se encuentra rodeado por las meninges. Despojado de ellas presenta una coloración blanco rosada, algo grisácea en su superficie. Esta es irregular y está recorrida por numerosos **surcos** y pliegues a los que se llama **giros** [circunvoluciones].

CONFIGURACIÓN EXTERNA DEL CEREBRO

Su forma general es la de un ovoide, con su eje mayor anteroposterior; presenta un extremo posterior grueso, el polo occipital, y un extremo anterior de menor tamaño, el polo frontal (**figs. 24-20** y **24-21**).

Hemisferios del cerebro

Los hemisferios cerebrales están separados entre sí por la **fisura longitudinal cerebral** y del mesencéfalo por la **fisura transversa del cerebro**. No son estrictamente hemisféricos, sino que son prismáticos triangulares. Cada uno de ellos presenta tres caras: **superolateral** [externa] (**fig. 24-22**), moldeada sobre la cara cóncava de la calvaria craneana; **medial** [interna] (**fig. 24-24**), constituye una de las caras de la fisura longitudinal cerebral; e **inferior**, aplicada a las fosas craneanas anterior y media y a la tienda del cerebelo. Estas caras están separadas por tres bordes: superior, de convexidad superior, separa la cara superolateral de la medial; inferomedial, en su parte medial es cóncavo medialmente y delimita la cara medial de la inferior, y el inferolateral, bien definido, separa la cara superolateral de la inferior y presenta una incisura que separa la porción frontal de la temporooccipital. En cada hemisferio se distinguen dos polos: anterior o frontal y posterior u occipital.

El cerebro presenta una superficie lisa hasta el tercer mes de desarrollo intrauterino, luego se pliega a causa del considerable desarrollo de la corteza (manto o pallium), por lo que presenta en el adulto **surcos** que limitan **giros** [circunvoluciones].

La superficie de los hemisferios presenta algunos surcos más profundos que otros, los cuales permiten aislar lóbulos en dicha superficie: los surcos interlobares. En los lóbulos se observan surcos menos profundos que delimitan los **giros**, salientes más o menos flexuosas. Los giros de un mismo lóbulo pueden estar reunidos por pliegues.

Cara superolateral. Surcos, fisuras, lóbulos y giros

Esta cara del hemisferio es convexa en sentido anteroposterior y en sentido transversal. Está situada por debajo de la calvaria. Las fisuras y giros que se observan en ella adoptan esta convexidad.

Surcos principales [cisuras]

Se distinguen tres: surco lateral, surco central y el surco parietooccipital.

A. **Surco lateral** [cisura de Silvio] (**fig. 24-22**): es el más extenso y profundo, se origina en la cara inferior del cerebro en la parte lateral de la sustancia perforada anterior. Desde aquí se dirige lateralmente describiendo una curva cóncava atrás y alcanza el borde inferolateral del hemisferio al que cruza pasando a la cara lateral, donde cambia de dirección volviéndose oblicuo hacia atrás y ligeramente ascendente para terminar en un ramo posterior que se bifurca en la parte inferior

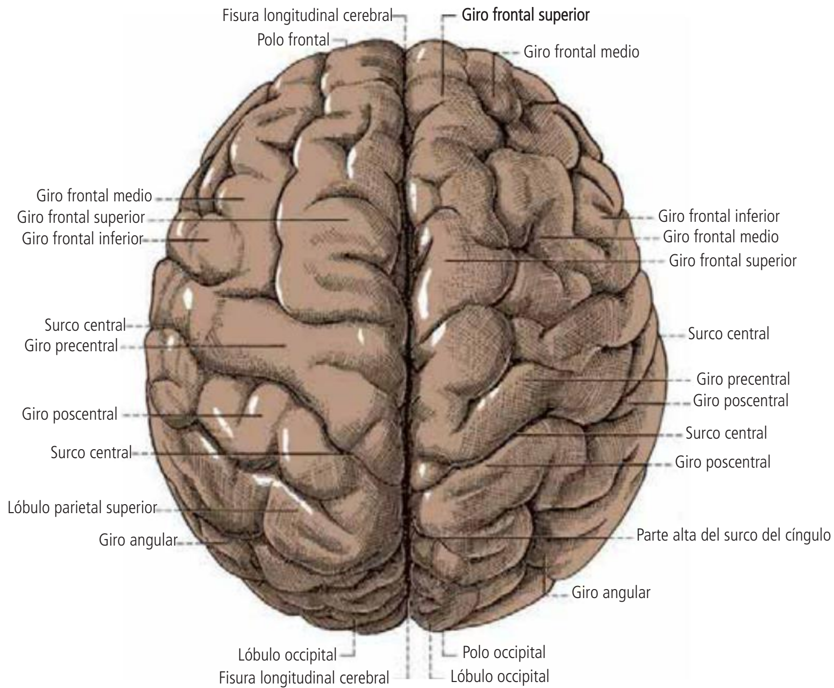


Fig. 24-20. Cara superior de los hemisferios cerebrales.

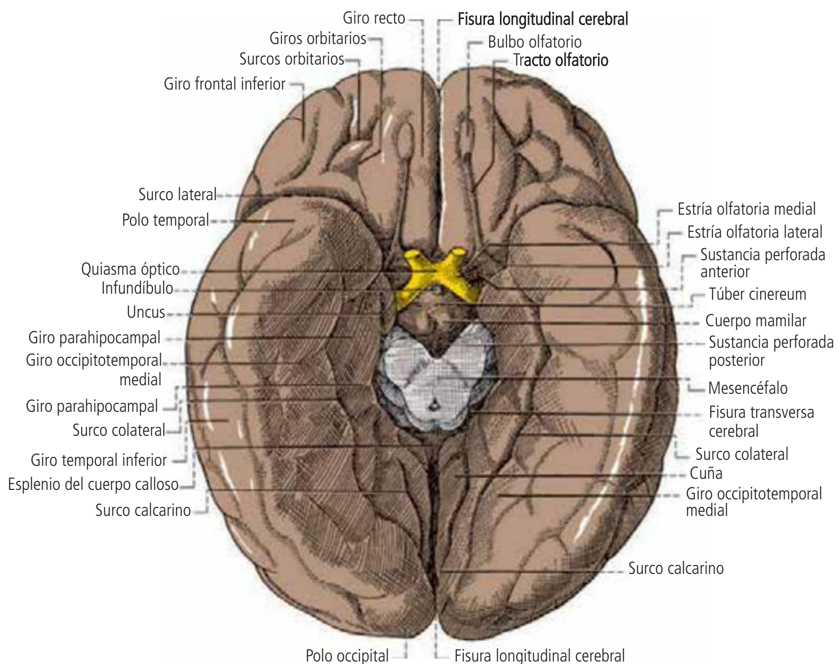


Fig. 24-21. Cara inferior de los hemisferios cerebrales.

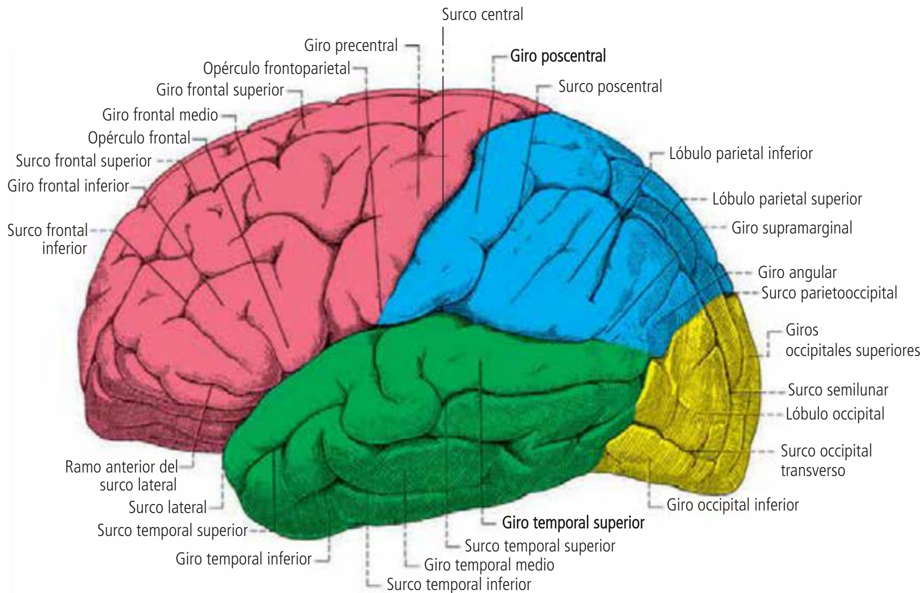


Fig. 24-22. **Giros de la cara lateral del hemisferio izquierdo. En rosa: lóbulo frontal. En azul: lóbulo parietal. En verde: lóbulo temporal. En amarillo: lóbulo occipital.**

del giro parietal inferior: el **giro supramarginal**. Si se separan ambos opérculos [labios] del surco, se comprueba que este se profundiza, formando una amplia excavación, la **fosa lateral cerebral** [valle silviano], muy desarrollada en la parte anterior donde presenta una serie de giros que conforman el **lóbulo de la ínsula**. El surco emite hacia el lóbulo frontal en la cara lateral, cerca del borde inferolateral, dos ramos: anterior y ascendente. Ambos limitan la porción triangular del giro frontal inferior [cabo de Broca].

B. Surco central [cisura de Rolando] (**fig. 24-22**): comienza por encima del surco lateral, por detrás del ángulo que este forma con su ramo ascendente; desde allí se dirige oblicuo hacia el borde superior del hemisferio, al que puede cruzar y termina en el lóbulo paracentral de la cara medial del hemisferio (**fig. 24-24**). El surco central casi nunca es rectilíneo: presenta un trayecto sinuoso y largo. Marca el límite entre las áreas motoras y sensitivas de la corteza cerebral. Su extremo inferior se encuentra en el **opérculo frontoparietal** [rolándico] (**fig. 24-22**) y su extremo inferior, arriba y medialmente en el lóbulo paracentral.

C. Surco parietooccipital [cisura perpendicular externa] (**fig. 24-22**): se observa en el borde superior del hemisferio a unos 5 cm por delante de la terminación de este borde; se dirige hacia abajo y adelante para terminar por un extremo libre, a una distancia variable del borde inferolateral. Se encuentra interrumpido por numerosos pliegues extendidos desde el lóbulo occipital a los lóbulos parietal y temporal.

Estos tres surcos separan cuatro lóbulos: frontal, parietal, temporal y occipital. En el fondo del surco lateral se encuentra el lóbulo de la ínsula.

Surcos y giros del lóbulo frontal

Situado por delante del surco lateral y del surco central, el lóbulo frontal se extiende hacia el polo anterior del hemisferio. Este lóbulo excede esta cara invadiendo las caras medial e inferior en una buena extensión (**fig. 24-22**).

Surcos horizontales. En número de dos, paralelos entre sí y al borde superior del hemisferio, terminan en sus extremos posteriores bifurcándose en una rama ascendente y otra descendente por delante del surco central y paralelos a él. De esta manera, existen en el lóbulo frontal cuatro giros:

A. Giro frontal superior [1.ª circunvolución frontal]: situado por encima del surco frontal superior, que invade la cara medial hasta el surco del cíngulo (**fig. 24-24**), curvándose en el polo frontal se continúa por un segmento orbitario en la base, comprendido entre el borde inferomedial del hemisferio y el surco olfatorio.

B. Giro frontal medio [2.ª circunvolución frontal]: comprendido entre los dos surcos frontales, se extiende en la cara inferior entre los surcos olfatorios por delante del ramo horizontal que los une.

C. Giro frontal inferior [3.ª circunvolución frontal]: se encuentra debajo y lateral a la precedente. Forma parte del límite superior del surco lateral. En el lado izquierdo se sitúan los centros motores del lenguaje articulado.

D. Giro precentral [circunvolución frontal ascendente o prerrolándica] (**fig. 24-22**): está situado por delante del surco central hasta el **surco precentral** [cisura prerrolándica], que lo separa de los tres giros mencionados previamente. El extremo inferior del giro precentral llega al surco lateral y se reúne con el giro poscentral situado detrás, por medio del opérculo

frontoparietal. La parte superior se continúa en la cara medial limitada atrás por el surco central. Corresponde a la parte anterior del lóbulo paracentral situado en la cara medial del hemisferio. En este giro se sitúan los principales centros motores voluntarios.

Surcos y giros del lóbulo parietal

El **lóbulo parietal** se extiende desde el surco central por delante hasta el surco parietooccipital por detrás, por encima del surco lateral ocupa, sobrepasando el borde superior del hemisferio, una pequeña parte de la cara medial. Está recorrido por un solo surco.

Surco intraparietal (**fig. 24-22**). Se origina por detrás del surco central y por encima del surco lateral. Primero tiene una dirección paralela al surco central, describe luego una curva en dirección posterior disponiéndose paralelamente al borde superior del hemisferio, y se dirige hacia el polo occipital hasta el surco occipital transverso. En el punto en que cambia de dirección emite una prolongación hacia arriba paralela al surco central: se forma así el **surco poscentral**. En su trayecto horizontal, el surco intraparietal da un ramo descendente que divide al lóbulo parietal inferior en una parte anterior: el giro supramarginal y otra posterior, el giro angular.

Se aíslan así tres giros parietales:

A. Giro poscentral [circunvolución parietal ascendente o posrolándica] (**fig. 24-22**): situado entre el surco central y el surco poscentral por encima del surco lateral. Por debajo está unido al giro precentral por el opérculo frontoparietal. En la cara medial del hemisferio, en su extremo superior, ambos giros se encuentran unidos, formando el lóbulo paracentral.

B. Lobulillo parietal superior: se sitúa por detrás del surco poscentral llegando hasta el surco parietooccipital, ubicándose por arriba del surco intraparietal. Se continúa en la cara medial constituyendo la precuña.

C. Lobulillo parietal inferior: se halla separado del lóbulo parietal superior por el surco intraparietal, situado por detrás del surco poscentral y se extiende hasta el surco parietooccipital. En este lóbulo se encuentran el **giro supramarginal** en el extremo final del surco lateral, y el **giro angular** en el extremo posterior del surco temporal superior.

Surcos y giros del lóbulo temporal

Este lóbulo está situado por debajo del surco lateral. Su extremo anterior recibe el nombre de **polo temporal** y está alojado en la fosa craneal media. Su parte posterior tiene límites poco claros con el lóbulo occipital. El lóbulo temporal se extiende hacia la cara inferior del hemisferio cerebral.

Este lóbulo presenta cinco surcos: los dos primeros se encuentran en la cara superolateral, el tercero y el cuarto en la cara inferior y el quinto en la cara medial.

Surco temporal superior (**fig. 24-22**). Recorre el lóbulo de adelante hacia atrás paralelo al surco lateral. Alrededor de su extremo posterior se dispone el giro angular.

Surco temporal inferior. Situado por debajo del precedente y paralelo a él, poco profundo y mucho más irregular.

Estos surcos aislan en la cara superolateral tres giros:

A. Giro temporal superior [1.° circunvolución temporal]: está comprendido entre el surco lateral y el surco temporal superior que lo separa del giro temporal medio. Se extiende desde el polo temporal hasta la parte terminal del surco lateral, donde se continúa con el lóbulo parietal inferior.

B. Giro temporal medio [2.ª circunvolución temporal]: situado debajo del anterior, está comprendido entre los dos surcos temporales superior e inferior; se continúa en su parte posterior con el lóbulo parietal inferior por intermedio del giro angular.

C. Giro temporal inferior [3.ª circunvolución temporal]: comprendido entre el surco temporal inferior y el surco occipitotemporal, se extiende sobre la cara inferior del hemisferio. Se continúa hacia atrás con el lóbulo occipital.

Lóbulo de la ínsula

Es un lóbulo profundo, situado en el fondo del surco lateral. Para exponerlo es necesario separar los bordes de este surco conocidos como **opérculos** en esta región: el superior depende de los lóbulos frontal y parietal y el inferior del lóbulo temporal (**fig. 24-23**).

La ínsula tiene una forma triangular, de vértice anteroinferior donde se localiza el **limen de la ínsula**, a través del cual la corteza insular se continúa con las cortezas frontal y temporal. La ínsula se encuentra separada de los lóbulos vecinos por el **surco circular** de la ínsula.

Presenta un surco central que delimita un territorio anterior, con dos surcos menos importantes que limitan tres pequeños giros cortos y un territorio posterior con un giro largo.

Surcos y giros del lóbulo occipital

Este lóbulo no está netamente separado de los lóbulos parietal y temporal. Forma la parte posterior del hemisferio denominado **polo occipital**. Se exterioriza en las caras superolateral, medial e inferior del hemisferio cerebral.

El límite podría establecerse continuando la línea establecida por el surco parietooccipital.

Los surcos que se observan en esta cara son (**figs. 24-22**):

- **Surco parietooccipital:** desciende con dirección oblicua desde el borde superior del hemisferio hacia el surco temporal inferior. En su parte media, es cruzado por la extremidad posterior del surco intraparietal, que se extiende en forma variable en el lóbulo occipital. Este surco se encuentra más desarrollado en la cara medial del hemisferio. En la cara lateral constituye el punto de referencia para establecer el límite del lóbulo occipital con los lóbulos parietal y temporal.
- **Incisura preoccipital:** poco aparente situada sobre el borde inferolateral, parece continuarse hacia arriba con la dirección del surco parietooccipital.
- **Surco semilunar:** inconstante, se sitúa cerca del polo occipital. Es arciforme, con concavidad posterior.
- **Surco occipital transverso:** se encuentra cerca de la terminación del surco intraparietal, con dirección casi horizontal, cortando la línea del surco parietooccipital.

La disposición variable de los surcos que se observan en esta cara, irradiando desde el vértice hacia la base del lóbulo occipital, no permite determinar un número concreto de giros.

Cara medial. Surcos, lóbulos y giros

La cara medial del hemisferio es plana en sentido sagital y se dispone alrededor del **cuerpo calloso**, del cual está separada

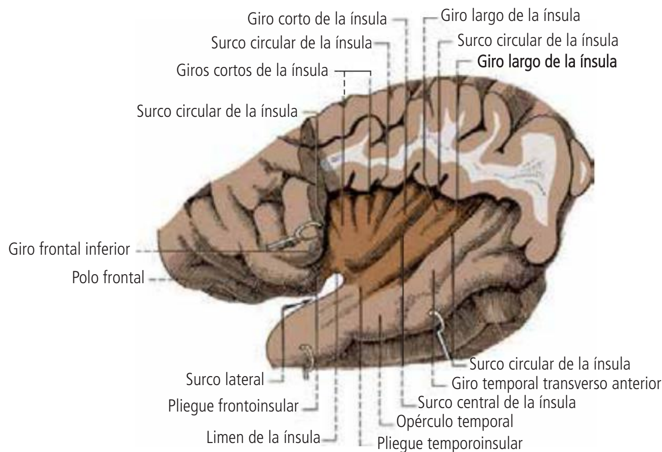


Fig. 24-23. Lóbulo de la ínsula y región retroinsular. El lóbulo temporal ha sido separado hacia abajo y el giro frontal inferior hacia adelante. El opérculo frontoparietal ha sido resecado.

por un surco poco profundo, el surco del cuerpo calloso (**fig. 24-24**). El borde superior es convexo y bien definido. El borde inferior se encuentra interrumpido por las comisuras interhemisféricas; por delante de ellas es horizontal y redondeado, por detrás se inclina hacia abajo en ligera concavidad.

Surcos principales

En esta cara se distinguen cuatro:

A. **Surco del cuerpo calloso** (**fig. 24-24**): se encuentra entre el giro del cíngulo y el cuerpo calloso, sigue el contorno de este último, rodeándolo.
B. **Surco del cíngulo** [cisura callosomarginal]: en su extremo anterior comienza por debajo de la rodilla del cuerpo calloso y recorre la cara medial con trayecto paralelo al cuerpo calloso y al borde superior del hemisferio cerebral. Cerca del extremo posterior del cuerpo calloso, cambia su dirección para dirigirse hacia el borde superior del hemisferio para terminar en él. El trayecto original del surco del cíngulo es continuado por el surco subparietal que se dirige hacia el esplenio del cuerpo calloso.
C. **Surco parietooccipital** [cisura perpendicular interna] (**fig. 24-24**): es más ancho y más profundo que en la cara lateral. Se dirige hacia abajo y adelante en dirección al esplenio del cuerpo calloso; puede unirse al surco calcarino dibujando en conjunto con él una Y acostada, en la cual el surco parietooccipital corresponde a su ramo superior.
D. **Surco calcarino:** es de dirección horizontal y se extiende desde el polo occipital hasta el extremo posterior del giro del cíngulo, para unirse al surco parietooccipital. Es muy profundo y exterioriza esta profundidad en el asta occipital del ventrículo lateral en una protrusión denominada **calcar avis**.

Los surcos descritos permiten jerarquizar dos giros: del cíngulo y frontal; dos territorios denominados lóbulo paracentral y precuña, y la cuña que representa la participación del lóbulo occipital en la cara medial del hemisferio.

Giro del cíngulo [circunvolución del cuerpo calloso] (**fig. 24-24**). Comprendido entre el surco del cuerpo calloso y el surco del cíngulo y prolongado por el surco subparietal, sigue exactamente el contorno del cuerpo calloso. Se origina por debajo de la rodilla del cuerpo calloso, se dirige hacia atrás y contornea el esplenio para continuarse con el **giro parahipocampal**, situado en la cara inferior, con el cual constituye el **lóbulo límbico** (**fig. 24-26**). Entre el giro del cíngulo y el parahipocampal, se encuentra el istmo del giro del cíngulo.

Giro fasciolar. Corresponde a la continuación en dirección posterior del giro dentado que se extiende rodeando al esplenio del cuerpo calloso.

Giro dentado. Forma la prolongación inferior del giro fasciolar. Debe su nombre a la presencia de numerosas indentaciones de la corteza que le otorgan un aspecto dentado. Se extiende hasta la cara medial del uncus, entre los surcos fimbriodentado y del hipocampo. Este último lo separa del giro parahipocampal.

Giro parahipocampal. Se ubica en dirección inferior al surco del hipocampo. Su porción rostral tiene forma de gancho, y por ello se lo denomina uncus. Hacia lateral está limitado por el surco rinal, continuación variable del surco colateral.

Giro frontal medial. Corresponde al giro frontal superior que, excediendo el borde superior del hemisferio, se prolonga sobre la cara medial hasta el surco del cíngulo que lo separa del giro del cíngulo. Comienza por debajo del rostro del cuerpo calloso, en el área subcallosa donde se continúa con el giro del cíngulo; desde aquí se extiende hacia atrás hasta la prolongación del surco precentral en la cara medial, límite anterior del lóbulo paracentral.

Lobulillo paracentral (**fig. 24-24**). Ocupa la parte media y superior del hemisferio. Está constituido por un pliegue que une los giros precentral y poscentral en sus extremos superiores sobre esta cara del hemisferio; se extiende hacia abajo hasta el surco del cíngulo que lo limita y separa hacia atrás de la precuña. En su parte superior se observa un surco, continuación del surco central.

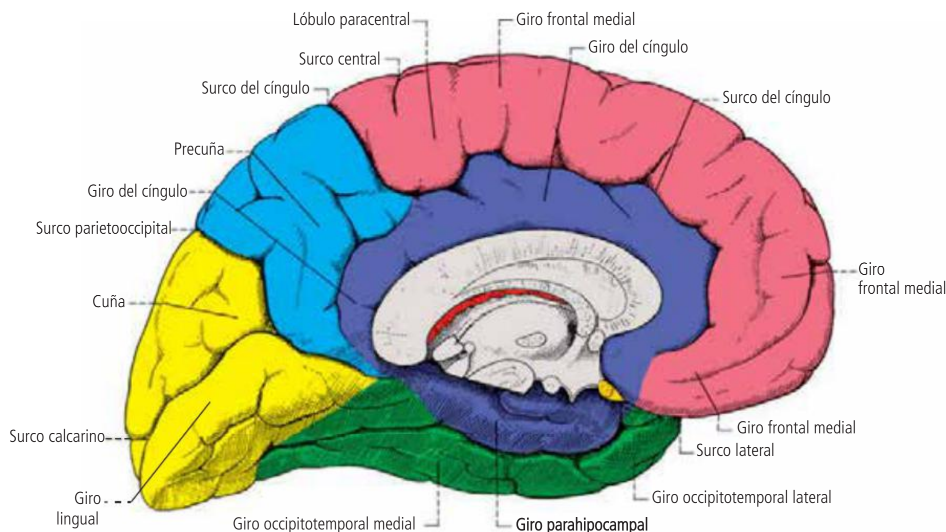


Fig. 24-24. Surcos y giros de la cara medial del hemisferio cerebral izquierdo. En rosa: lóbulo frontal. En azul: lóbulo parietal. En verde: lóbulo temporal. En amarillo: lóbulo occipital. En violeta: lóbulo límbico.

Precuña [lóbulo cuadrilátero]. Está situada por delante del surco parietooccipital, detrás de la curvatura ascendente del surco del cíngulo, y entre el surco subparietal y el borde superior del hemisferio. Constituye la participación del lóbulo parietal en la cara medial.

Cuña. De forma triangular, pertenece al lóbulo occipital y está separada del lóbulo parietal por el surco parietooccipital. Su límite inferior está marcado por el surco calcarino.

Cara inferior. Surcos, lóbulos y giros

La cara inferior del cerebro es muy irregular y presenta dos porciones diferentes separadas por el surco lateral (**fig. 24-25**). Por delante del surco lateral se encuentra el lóbulo frontal donde se distinguen los giros orbitarios separados por los surcos orbitarios, en relación con el techo de la órbita en la fosa craneal anterior. Por detrás del surco lateral, la cara inferior está constituida por giros de los lóbulos temporal y occipital. Se ubica en la fosa craneal media y por encima de la tienda del cerebelo.

El borde medial en su parte anterior y posterior es neto y está orientado en sentido anteroposterior; en su parte media es cóncavo y rodea el mesencéfalo del cual queda separado por el sector inferior de la fisura transversa del cerebro. El borde lateral lo forma el borde inferolateral del hemisferio.

Surco lateral (**fig. 24-25**). Se origina en la parte lateral de la sustancia perforada anterior y se dirige hacia la cara lateral del hemisferio separando los lóbulos frontal y temporal.

Lóbulo frontal

Corresponde a la cara inferior del lóbulo frontal. Su límite medial es la fisura longitudinal cerebral, mientras que su límite lateral es el borde inferolateral del hemisferio. La región posterior de estos giros forma el límite superior del surco lateral.

En su superficie (**fig. 24-25**) se observan: medialmente el **surco olfatorio** de dirección anteroposterior y dos surcos anteroposteriores unidos por una porción transversal, formando una H, llamados **surcos orbitarios**. El surco olfatorio aloja al bulbo olfatorio y al tracto olfatorio. Medialmente a este surco se describe el giro recto [circunvolución orbitaria interna] que llega hasta el borde medial del hemisferio. Entre los surcos olfatorio y orbitarios se localiza el giro orbitario medial. Por delante de la porción transversa de los surcos orbitarios se encuentra el giro orbitario anterior, mientras que, por detrás de esta porción transvers, se localiza el giro orbitario posterior. Lateralmente a los surcos orbitarios, el **giro orbitario lateral** (**fig. 24-25**).

Lóbulos occipital y temporal

Situados por detrás del surco lateral; su extremo anterior se denomina polo temporal; su extremo posterior, polo occipital (**fig. 24-25**).

En este sector, los lóbulos presentan dos surcos anteroposteriores:

A. **Surco occipitotemporal:** se prolonga desde el polo temporal al polo occipital.
B. **Surco colateral:** situado medialmente al precedente; profundo, produce en el atrio, el asta temporal y el asta occipital del ventrículo lateral la protrusión llamada **eminencia colateral**. Separa los lóbulos temporal y occipital del giro parahipocampal del lóbulo límbico.

Estos surcos determinan tres giros:

A. **Giro occipitotemporal lateral** (**fig. 24-25**): está comprendido entre el surco occipitotemporal y el surco temporal inferior.

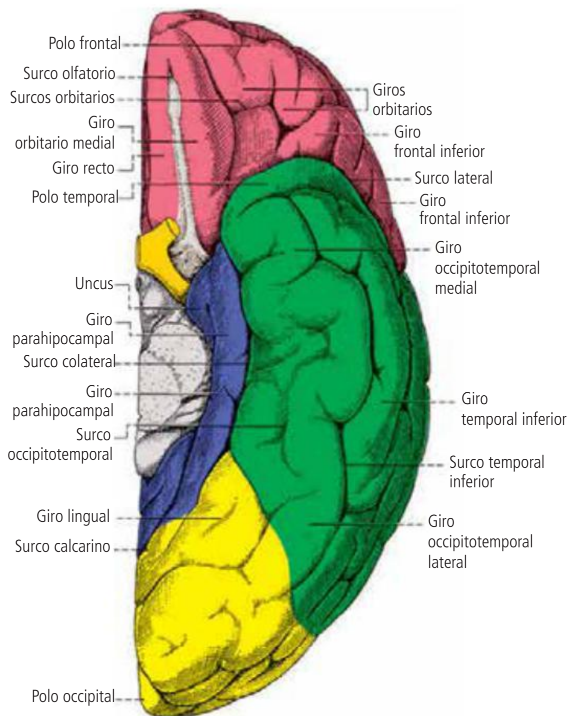


Fig. 24-25. Giros del hemisferio izquierdo del cerebro visto por su cara inferior.

B. **Giro occipitotemporal medial:** se encuentra entre el surco occipitotemporal lateralmente, y el surco colateral medialmente.
C. **Giro lingual:** está limitado lateralmente por el surco colateral, medialmente por el surco calcarino, y se encuentra en la parte medial de la cara inferior del lóbulo occipital. Hacia adelante se continúa con el giro parahipocampal.

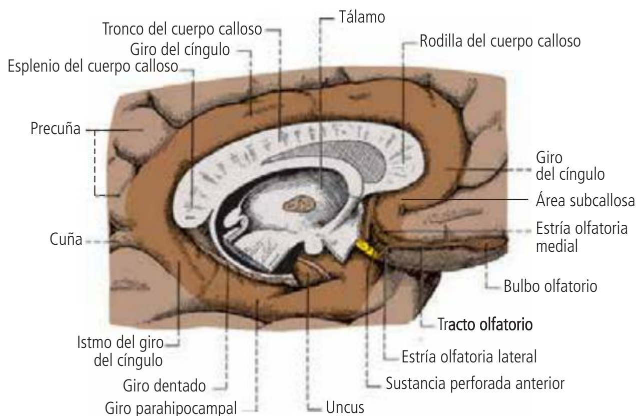


Fig. 24-26. Lóbulo límbico. Cara medial del hemisferio izquierdo.

Comisuras del prosencéfalo

Los dos hemisferios cerebrales claramente separados en sus partes superior, anterior y posterior por la fisura longitudinal cerebral, están unidos entre sí en sus partes media e inferior, por estructuras que se designan, en conjunto, comisuras del prosencéfalo (**fig. 24-27**). No se atribuye a esta designación otro significado que el que encierra en sí misma: formaciones situadas entre las estructuras prosencefálicas y a las que unen entre sí.

Un corte sagital mediano secciona estas numerosas comisuras (**figs. 24-27** y **24-31**).

Cuerpo calloso

Es una estructura impar de sustancia blanca de considerable espesor en la profundidad de la fisura longitudinal cerebral. Se extiende de un hemisferio cerebral al otro prolongándose en el centro oval (sustancia blanca) de cada uno.

Descripción

Visto en un corte sagital mediano (**figs. 24-27**, **24-28** y **24-31**), tiene la forma de un arco cóncavo hacia abajo, con un tronco, un extremo posterior: el esplenio, y un extremo anterior: la rodilla del cuerpo calloso, que termina en una extremidad adelgazada y dirigida hacia ventral, el rostro [pico] del cuerpo calloso.

Tronco [cuerpo]. Se describen dos **caras**:

A. Superior (**fig. 24-28**): está recubierta de una delgada capa de sustancia gris, el **indusium griseum**, cubierta a su vez, a nivel de los hemisferios, por el giro del cíngulo; presente en el fondo de la fisura longitudinal del cerebro, se prolonga en la sustancia blanca de cada hemisferio en el centro oval. Esta cara es convexa en sentido anteroposterior, con estrías transversales que se prolongan hacia el centro oval de los hemisferios. El surco del cuerpo calloso la separa del giro del cíngulo. A los lados del plano mediano, se observan dos delgadas formaciones de sustancia blanca: las **estrías longitudinales mediales** [nervios de Lancisi]. A cada lado, las **estrías longitudinales laterales** a las que cubre la parte medial del giro del cíngulo.

B. Inferior (**fig. 24-29**): cóncava en sentido anteroposterior, es algo convexa en sentido transversal; forma el techo de los ventrículos laterales. En su extremo posterior, esta cara contacta con el fórnix; en la parte anterior, en el plano mediano, se interpone el **septum pellucidum** entre ambas astas frontales de los ventrículos laterales; a los lados de la línea de implantación del septum pellucidum, la cara inferior del cuerpo calloso está tapizada por el epéndimo y constituye el techo de las astas frontales de los ventrículos laterales.

Esplenio [rodete]. Redondeado, ancho y romo, situado rostralmente a la cara posterior del mesencéfalo. Está separado de este por la parte posterior de la **fisura transversa del cerebro [hendidura de Bichat]**, de la que constituye el techo.

Rodilla. En la parte anterior, el cuerpo calloso se curva hacia abajo y atrás prolongándose en una porción adelgazada, el **rostro** [pico] que se une a la **lámina terminal**. Contorneando la rodilla se observan las prolongaciones de las estrías longitudinales mediales y laterales, que se separan de cada lado y se dirigen a la sustancia perforada anterior, donde contribuyen a formar la **banda diagonal** [de Broca].

Constitución anatómica

De la corteza de los hemisferios cerebrales parten fibras comisurales que pasan por el cuerpo calloso para llegar al lado opuesto. Estos tractos cruzados se dividen en:

– Tractos anteriores: de origen frontal, se condensan en la rodilla. Son cóncavos hacia adelante y su conjunto constituye el **fórceps menor**.

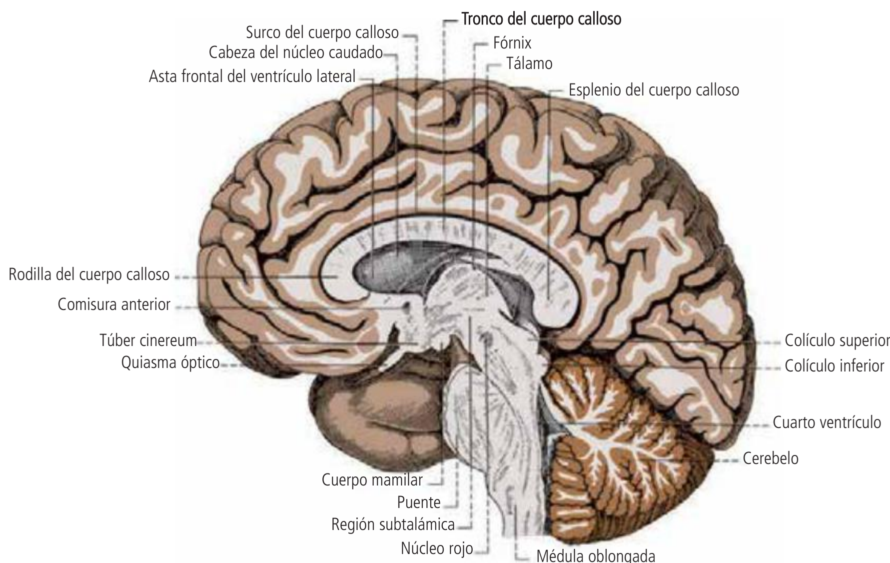


Fig. 24-27. Corte sagital paramediano del encéfalo.

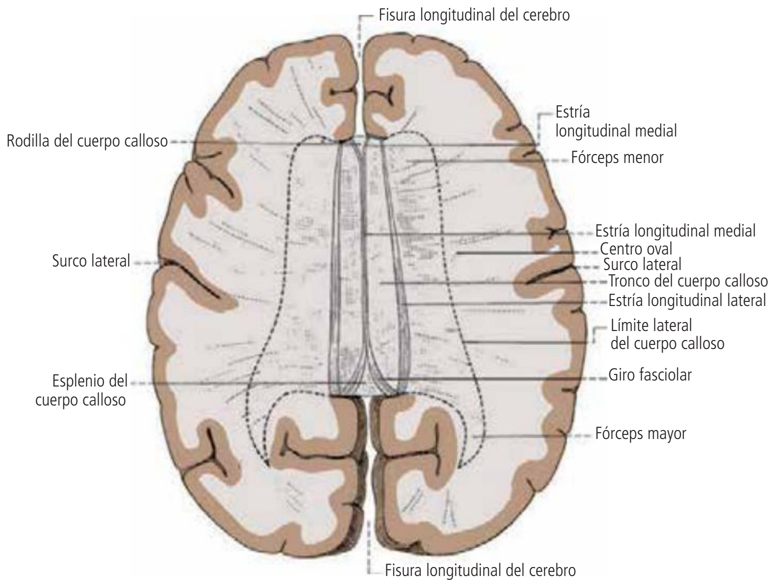


Fig. 24-28. Corte horizontal del cerebro que pasa por la cara superior del cuerpo calloso (corte de Vieussens).

– Tractos medios: provienen de las regiones temporal y occipital. Constituyen el **tapetum** que forma la pared lateral del atrio, el asta temporal y el asta occipital del ventrículo lateral.
– Tractos posteriores: provienen de la porción occipital y de la región posterior de la corteza temporal. Se agrupan en la parte posterior del cuerpo calloso formando el esplenio. El conjunto constituye el **fórceps mayor**, el cual describe un arco cóncavo hacia atrás.

Fórnix [trígono cerebral]

El fórnix es una estructura de sustancia blanca. Se origina a cada lado en estructuras laterales al plano sagital mediano describiendo una curva hacia rostral y medial, rodeando los tálamos, de manera que ambas estructuras, provenientes de cada hemisferio, convergen en el plano mediano. Se ubica ventral al cuerpo calloso y dorsal al tercer ventrículo del cual constituye su techo.

Descripción

El **fórnix** es una estructura de fibras en forma arqueada (**fig. 24-30**). Está constituido por los pilares, el cuerpo y las columnas. Los **pilares** parten desde una región del hipocampo, en una curva hacia dorsal y rostral se unen formando el **cuerpo**, que se continúa hacia rostral en dos prolongaciones anteriores, las **columnas**.

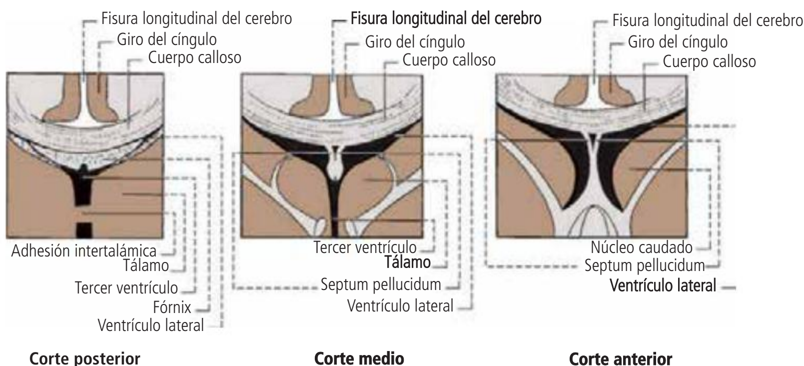


Fig. 24-29. Cortes coronales que seccionan el cuerpo calloso.

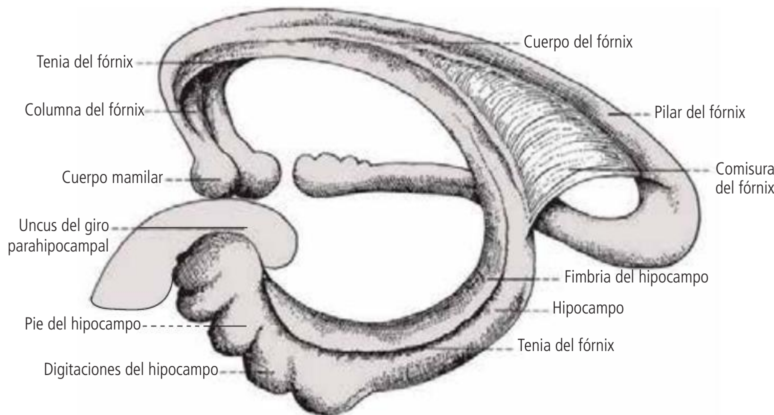


Fig. 24-30. Fórnix, vista posterolateral izquierda (según Paturet).

Pilares del fórnix (**figs. 24-62** y **24-30**). En número de dos, uno derecho y otro izquierdo, cada pilar se origina en la **fimbria del hipocampo** homolateral. Se encuentran ubicados en la parte posteromedial del asta temporal del ventrículo lateral. Se dirigen, describiendo una curva de concavidad anterior, que contornea el polo posterior del tálamo (pulvinar), de abajo hacia arriba y de lateral a medial, hacia los ángulos posteriores del cuerpo del fórnix, con los que se continúan.

Cuerpo. De forma triangular, su vértice dirigido hacia adelante se continúa con las columnas del fórnix. Su base, posterior, se encuentra adherida a la cara ventral del cuerpo calloso. En sus bordes laterales y delgados, oblicuos de atrás hacia adelante y de lateral a medial, se adhieren los plexos coroideos de los ventrículos laterales formando la **tenia del fórnix**. Su cara superior es convexa de adelante hacia atrás y plana en sentido transversal; en su tercio posterior se adhiere al cuerpo calloso y a sus ángulos posteriores llegan los pilares. En sus dos tercios anteriores está separado del cuerpo calloso, formando un ángulo diedro ocupado por el **septum pellucidum** que se fija al fórnix. Su cara inferior está tapizada por la **tela coroidea**, que lo separa del tálamo y que constituye el techo del tercer ventrículo.

Columnas del fórnix [pilares anteriores] (**figs. 24-30** y **24-31**). Del ángulo anterior del cuerpo emergen las columnas, derecha e izquierda, dirigiéndose hacia abajo, lateralmente y describiendo una curva de concavidad posterior. Cada columna se moldea sobre el polo anterior del **tálamo** correspondiente, del que se encuentra separada por el **foramen interventricular** (**fig. 24-31**). A través de este foramen se comunica cada ventrículo lateral con el tercer ventrículo. Una porción de las fibras de las columnas que pasa por detrás de la comisura anterior se introduce

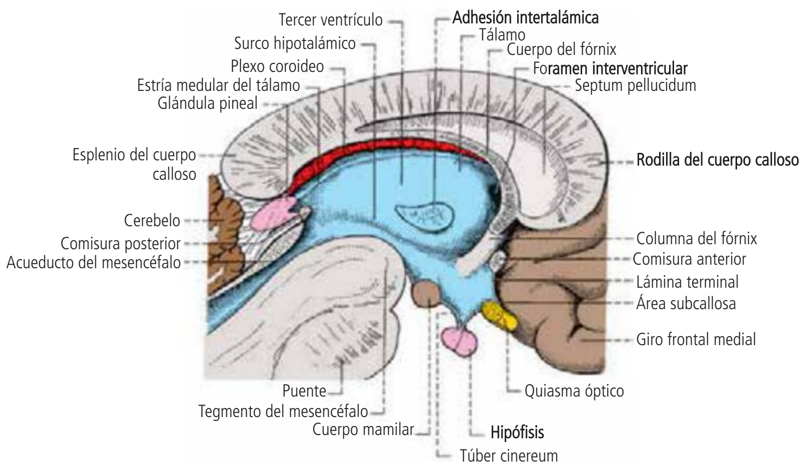


Fig. 24-31. Corte sagital mediano del cerebro, lado izquierdo del corte.

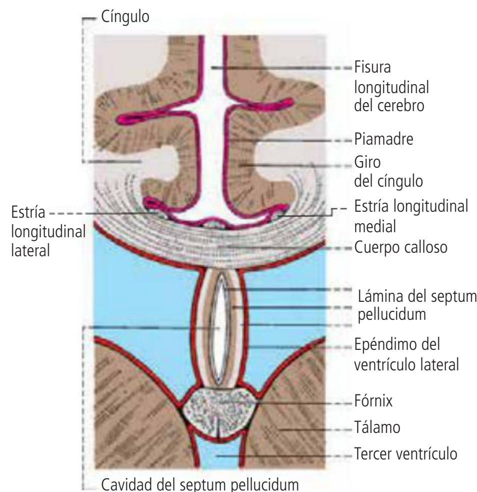


Fig. 24-32. **Constitución y relaciones del septum pellucidum.**

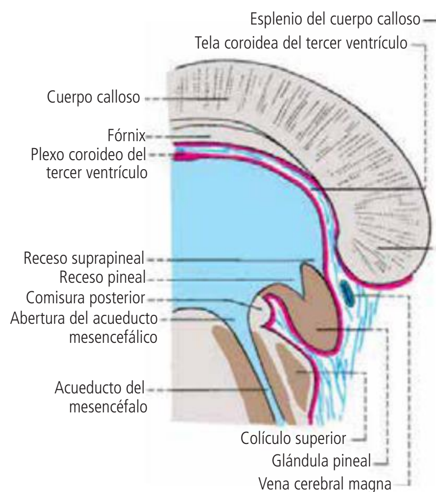


Fig. 24-33. **Corte sagital mediano que pasa por la parte** posterior del tercer ventrículo. Segmento derecho del corte, visto por su cara medial.

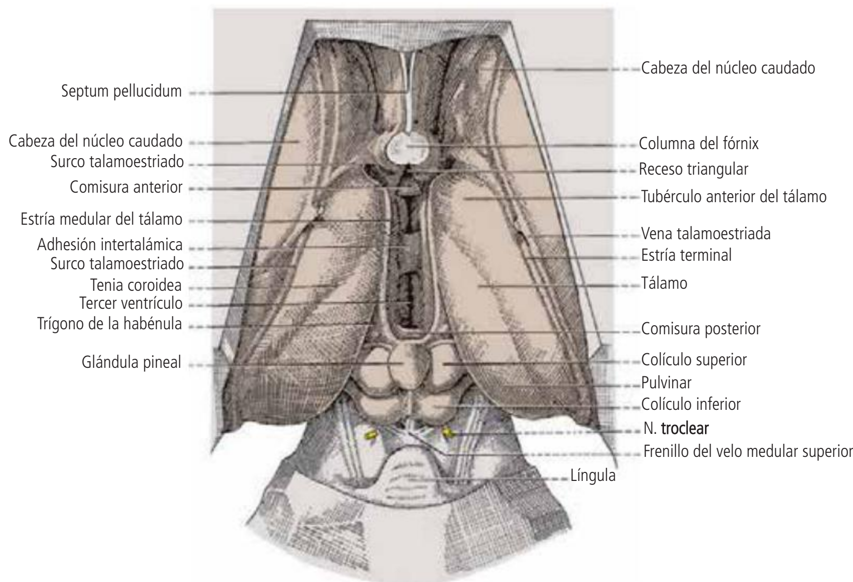


Fig. 24-34. **Tálamos y tercer ventrículo, vistos desde arriba luego de la ablación del fórnix y de la tela coroidea.**

en el espesor del hipotálamo para alcanzar el **cuerpo mamilar** correspondiente. La porción que pasa por delante se dirige al área septal.

Constitución anatómica

El fórnix presenta:

- Fibras longitudinales: constituidas en su mayoría por eferencias de la formación del **hipocampo**, recorren todo el fórnix para finalizar en el **cuerpo mamilar** del mismo lado.
- Fibras transversales o comisurales: pasan de un pilar al otro formando la **comisura del fórnix** [psalterio o "lira de David"].
- Fibras precomisurales: parten de la **columna** del fórnix, pasando por delante de la **comisura anterior** para dirigirse a los **núcleos septales**.

Comisura anterior [comisura blanca anterior]

Es una pequeña formación de sustancia blanca, situada por debajo del rostro [pico] del cuerpo calloso. Se halla unida a la **lámina terminal**, se dispone transversalmente y se prolonga lateralmente en los hemisferios cerebrales. Está constituida por fibras que unen la corteza de los lóbulos temporales (**fig. 24-31**).

Comisura posterior [comisura blanca posterior]

La comisura posterior o epitalámica está situada por debajo de la base de la glándula pineal y por arriba de la abertura del acueducto del mesencéfalo. Comunica las partes derecha e izquierda del área pretectal (**fig. 24-33**).

Septum pellucidum

Es una lámina nerviosa de constitución mixta, orientada verticalmente; está situada en el plano sagital mediano, en el ángulo diedro de separación entre el fórnix y el cuerpo calloso (**figs. 24-29**, **24-31** y **24-32**).

Descripción

Su forma es la de un triángulo curvilíneo de vértice posterior, agudo y situado entre el tronco del cuerpo calloso y el fórnix. Su base desciende hacia adelante, en dirección al rostro del cuerpo calloso, abarcando la concavidad de la rodilla. El borde superior adhiere al cuerpo calloso y el borde inferior al fórnix. Sus caras laterales forman el límite medial del asta frontal del ventrículo lateral.

Constitución anatómica

El septum pellucidum está formado por dos laminillas, una derecha y otra izquierda, que limitan la cavidad del septum pellucidum. Cada laminilla comprende una capa de sustancia gris medial. La cavidad del septum pellucidum está totalmente aislada y no presenta comunicación con el sistema ventricular.

Base del cerebro

Esta región está situada entre los hemisferios cerebrales, por detrás del quiasma óptico y por delante del borde superior del puente. Está enmarcada por los tractos ópticos y los pedúnculos cerebrales (**fig. 24-35**).

En ella se observan: la sustancia perforada anterior, a ambos lados del quiasma óptico; el quiasma óptico y sus formaciones; el espacio optopeduncular o central que comprende de atrás hacia adelante: la sustancia perforada posterior, los cuerpos mamilares, el túber cinereum, el hipotálamo y las comisuras de la base.

Sustancia perforada anterior. Está situada a derecha y a izquierda (**fig. 24-35**), lateral al quiasma óptico, detrás del tracto olfatorio y por delante del lóbulo temporal. Está en relación con las estrías olfatorias situadas por delante y su área está recorrida por la estría diagonal (**fig. 24-37**). Por delante de esta estría se encuentra la sustancia gris y por detrás de ella, la zona perforada propiamente dicha que atraviesan elementos vasculares.

Quiasma óptico y sus formaciones. Es una estructura de sustancia blanca, alargada en sentido transversal, situada ventral con respecto al rostro del cuerpo calloso (**figs. 24-31** y **24-35**). Su cara superior está unida a la base del cerebro por una lámina delgada de sustancia gris: la **lámina terminal**. Sus dos ángulos anteriores reciben los nervios ópticos y sus dos ángulos posteriores se prolongan en los tractos ópticos que terminan cada uno de ellos por dos ramos: el **medial**, que corresponde a la comisura supraóptica ventral [de Gudden], y el **lateral** que termina en el cuerpo geniculado lateral; de allí algunas fibras van al pulvinar y al colículo superior.

Hipotálamo (**fig. 24-35**). Se encuentra situado ventral al tálamo. El hipotálamo se exterioriza en la cara inferior de los hemisferios cerebrales, presentando una cara anterior relacionada con la lámina terminal y una cara inferior constituida por el **túber cinereum** y los **cuerpos mamilares**. La lámina terminal se extiende desde la comisura anterior, por arriba, hasta el quiasma óptico por abajo; su cara anterior corresponde a las cisternas quiasmática y de la lámina terminal y su cara posterior está tapizada por el epéndimo de la pared anterior del tercer ventrículo.

Túber cinereum (**figs. 24-31** y **24-35**). Es una lámina de sustancia gris que ocupa todo el espacio comprendido entre el quiasma óptico, los tractos ópticos y los cuerpos mamilares. Es una lámina convexa prominente y redondeada vista por su cara inferior. Se continúa hacia adelante por encima del quiasma óptico, con la lámina terminal del hipotálamo y con la sustancia gris de la sustancia perforada anterior, y hacia atrás, por encima de los cuerpos mamilares, con la sustancia gris de la sustancia perforada posterior. La parte más prominente del túber se prolonga hacia abajo para formar el **infundíbulo del hipotálamo**, de cuyo extremo inferior se desprende el tallo hipofisario que se implanta en la hipófisis. Esta región pertenece al piso del tercer ventrículo y a la región llamada hipotalámica (**fig. 24-36**).

El túber cinereum presenta una saliente central que lo divide en un **túber anterior**, reducido, un túber lateral derecho e izquierdo y un túber posterior, estos últimos poco extensos. El túber lateral está perforado por ramas arteriales que han atravesado el tracto óptico.

Cuerpos mamilares (**fig. 24-35**). Son dos eminencias redondeadas situadas a ambos lados del plano sagital mediano por delante de la sustancia perforada posterior. Están aplicadas sobre el diafragma selar. Contienen células y fibras nerviosas que corresponden a la llegada de la columna del fórnix y a la salida del fascículo mamilotalámico. Alrededor de un núcleo mamilar principal se encuentran un núcleo supramamilar y un núcleo mamilar accesorio que pertenece a la región subtalámica.

La cara medial o profunda del hipotálamo corresponde a la pared lateral del tercer ventrículo.

Las **arterias** para el hipotálamo provienen de los diferentes elementos que constituyen el **círculo arterial cerebral**: directamente, de la carótida interna, de las arterias cerebrales anteriores, de las comunicantes anterior y posterior, y en menor grado de la cerebral posterior y de la coroidea anterior.

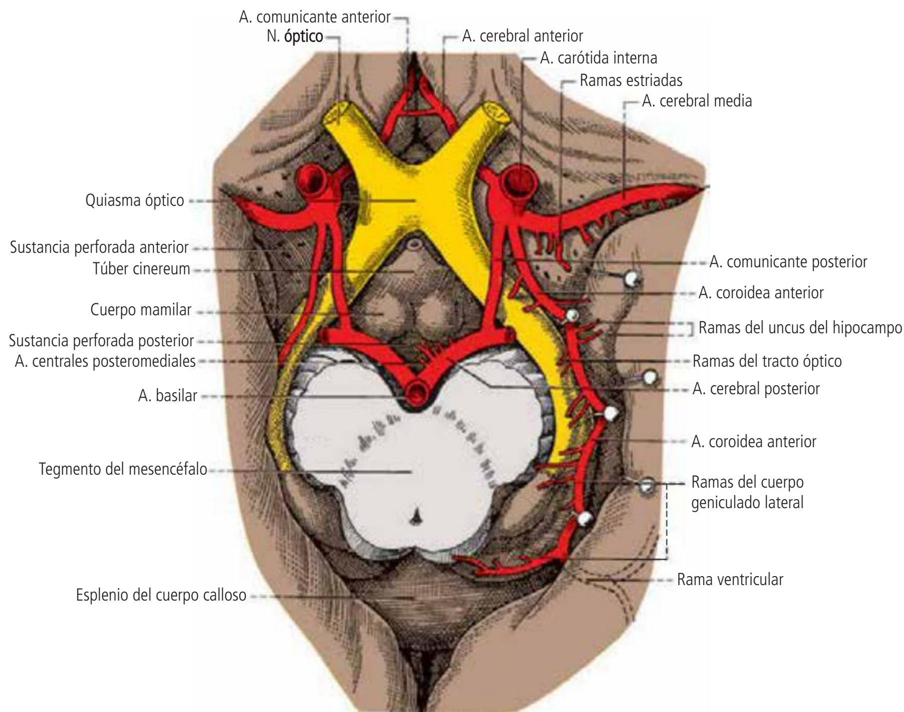


Fig. 24-35. Quiasma y tracto óptico con los pedúnculos cerebrales, círculo arterial cerebral.

Constitución anatómica: la región se caracteriza por la presencia de numerosos núcleos que se agrupan por áreas: hipotalámica anterior, hipotalámica dorsal, hipotalámica intermedia, hipotalámica lateral e hipotalámica posterior. Al ser en su mayoría profundos, solo algunos de estos núcleos se distinguen en la vista externa. Los núcleos hipotalámicos están conectados, entre otras áreas, con el tálamo, el cuerpo estriado, los núcleos subtalámicos y con la hipófisis. Su acción fisiológica está vinculada con el mantenimiento del equilibrio del medio interno, es particularmente importante y tiene una vinculación anatómica y funcional muy estrecha con la hipófisis.

Sustancia perforada posterior (fig. 24-35). Está representada por una delgada lámina de sustancia gris, impar y me-

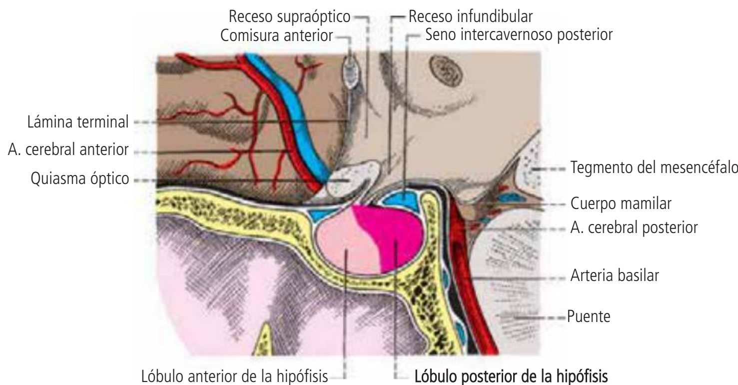


Fig. 24-36. Corte sagital mediano del quiasma óptico, lado derecho del corte.

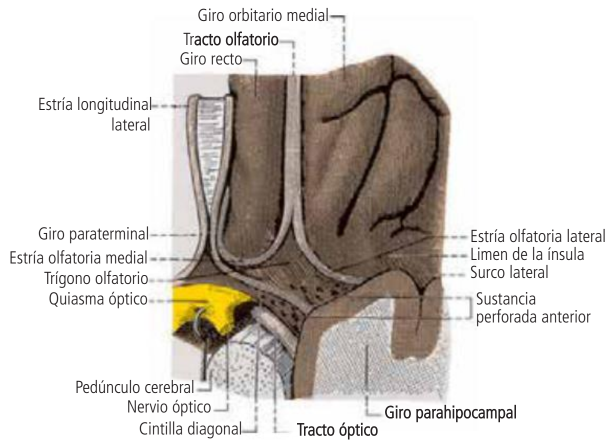


Fig. 24-37. Sustancia perforada anterior, cintilla diagonal. Vista ventral.

diana y se ubica en la separación de los pedúnculos cerebrales, la **fosa interpeduncular**. Los orificios que la caracterizan dan paso a ramas perforantes de la arteria cerebral posterior.

Fisura transversa del cerebro [hendidura cerebral de Bichat] (**figs. 24-21** a **24-37**). Bichat ha designado con el nombre de fisura transversa del cerebro a un surco profundo, impar y simétrico situado en la base del cerebro y a lo largo del cual la piamadre se insinúa hacia la profundidad de los hemisferios, para formar la tela coroidea superior y los plexos coroideos de los ventrículos cerebrales. Está tapizada por la piamadre, que la separa del epéndimo de los ventrículos cerebrales. Presenta la forma de una herradura con su concavidad hacia adelante, con una porción medial y dos porciones laterales que rodean la base del cerebro.

A. Parte medial: se abre atrás, entre el esplenio del cuerpo calloso por arriba y los colículos inferiores por abajo, sobre los que se ubica la glándula pineal (**fig. 24-59**). Sobre esta y debajo del cuerpo calloso en la separación de los pilares del fórnix, se prolonga hacia adelante entre dicho fórnix y la tela coroidea que constituye el **techo del tercer ventrículo**. Este espacio ocupa la separación de las habénulas. Aquí la piamadre se invagina, espesada por los plexos coroideos y es portadora de vasos (arteria coroidea posterior, venas coroideas) formando la **tela coroidea**, la cual se prolonga hacia el foramen interventricular.

B. Partes laterales: se encuentran interpuestas entre el pedúnculo cerebral y el giro parahipocampal, por debajo de los cuerpos geniculados y del tracto óptico, medialmente al asta temporal del ventrículo lateral (**fig. 24-54**). En la región profunda de la parte lateral de la fisura transversa se encuentra la **fisura coroidea**. A este nivel la piamadre se invagina en el ventrículo lateral sobre la fimbria del hipocampo, rechazando al epéndimo y formando la **tela coroidea** que dará origen a los **plexos coroideos** de los ventrículos laterales. En su sector más inferior, la fisura transversa se relaciona con la cisterna ambiens que a ese nivel contiene al nervio troclear y a los vasos coroideos anteriores.

CONFIGURACIÓN INTERNA DEL CEREBRO

Un corte practicado en los hemisferios cerebrales, que los interese en su totalidad, permite reconocer la disposición de la sustancia gris y de la sustancia blanca y la existencia de una cavidad ventricular. La sustancia gris se encuentra en la corteza cerebral y en los núcleos grises centrales y la sustancia blanca en el interior de los hemisferios y en las formaciones interhemisféricas. La cavidad en el interior de cada hemisferio corresponde al ventrículo lateral y entre ambos hemisferios al tercer ventrículo.

Se estudiarán sucesivamente: la **sustancia gris de la corteza cerebral**, los **núcleos basales**, la **sustancia blanca**, el **diencéfalo**, los **ventrículos cerebrales** y los **plexos coroideos**.

Sustancia gris de la corteza

Los hemisferios cerebrales están cubiertos en su superficie externa por una capa continua de sustancia gris: la **corteza cerebral** que reviste los giros, los lóbulos y penetra en la profundidad de los surcos y de sus ramos.

La corteza cerebral es el asiento de las sensaciones, donde se originan y desde donde se rigen los movimientos voluntarios. En ella se cumplen las funciones más elevadas del cerebro: las funciones intelectuales.

La disposición en los lóbulos vistos desde su cara externa ya fue analizada con la configuración externa del cerebro.

Su constitución anatómica y los centros que lo ocupan, así como las localizaciones cerebrales, serán descritas con la sistematización del cerebro.

Se describirá a continuación una estructura de origen cortical que se encuentra ubicada profundamente en la parte lateral de la fisura transversa del cerebro y que limita el asta temporal del ventrículo lateral.

Hipocampo

La **formación del hipocampo** se encuentra en la porción ventral del lóbulo límbico. Esta formación está constituida por diversas partes (**fig. 24-46**).

Hipocampo propio [asta de Ammon]

Se ubica en la formación del hipocampo, en la profundidad del **surco del hipocampo**. Su cara superior hace protrusión en el asta temporal del ventrículo lateral. A este nivel la sustancia gris que forma el hipocampo propio está cubierta por una delgada capa de sustancia blanca denominada **álveo del hipocampo** (**fig. 24-54**). Por su extremo medial, la sustancia gris del hipocampo se continúa con una porción de la corteza denominada **subículo**, que a su vez se continúa con la parte más profunda de la corteza del giro parahipocampal. El extremo anterior, más ensanchado, contribuye a la formación del **pie del hipocampo** que se encuentra ubicado en la profundidad del **uncus** del giro parahipocampal (**fig. 24-30**).

Fimbria del hipocampo [cuerpo franjeado]

Es una formación de sustancia blanca que conduce fibras del hipocampo (**fig. 24-54**). Es aplanada de arriba hacia abajo, su extremo lateral se continua con el extremo medial del álveo. Se ubica en posición dorsal al giro dentado, su cara inferior se aplica a éste, quedando separado de él por el surco fimbriodentado.

Giro dentado [cuerpo abollonado]

Formado por sustancia gris, se ubica en posición dorsal al surco del hipocampo. Queda oculto, en su mayor parte, en el ángulo diedro formado por la fimbria, situada dorsal y medial a él, y por el giro parahipocampal con el subículo por debajo. Para exponerlo basta con reclinar hacia arriba la fimbria. En su parte medial, libre, presenta una serie de incisuras que lo segmentan en forma transversal otorgándole aspecto abollonado, de allí recibe su nombre. Por delante, rodea al uncus bajo la forma de una cintilla [cintilla de Giacomini]. En su parte posterior, en el punto en que la fimbria se dirige junto al fórnix a rodear al tálamo, el giro dentado toma un aspecto liso y uniforme, y constituye la **fasciola cinérea**: esta contornea al esplenio del cuerpo calloso donde se continúa dorsalmente con la **estría longitudinal medial** (**figs. 24-26** y **24-28**).

Núcleos basales

Son formaciones grises profundas de los hemisferios cerebrales, cercanas a la base del cerebro (**fig. 24-40**). Presentan numerosas conexiones. Entre sus funciones se encuentra la de regular actividades en las que interviene la corteza cerebral. También pueden actuar en forma aparentemente independiente de ella.

Se describen de medial a lateral (**figs. 24-38** y **24-39**): el **cuerpo estriado** (el núcleo caudado y el núcleo lenticular) y el **claustro**. Estos núcleos se hallan separados por láminas de sustancia blanca; la principal de ellas es la **cápsula interna**, situada entre el caudado y el lenticular.

Cuerpo estriado

Esta designación comprende diversas formaciones que de medial a lateral son: el **núcleo caudado** y el **núcleo lenticular**.

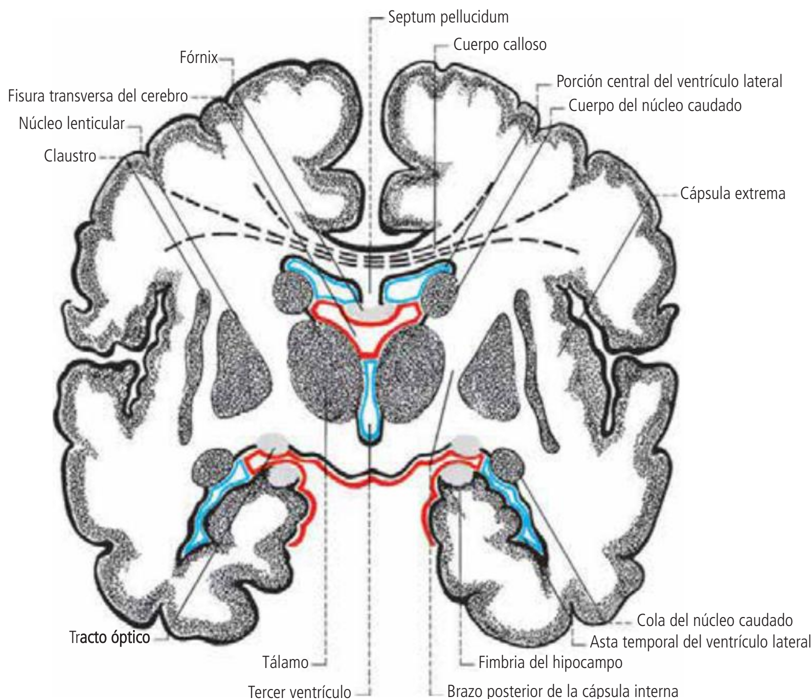


Fig. 24-38. Esquema de un corte coronal del prosencéfalo (según Charcot). En rojo: piamadre que circunscribe la fisura transversa del cerebro. En azul: revestimiento ependimario de los ventrículos cerebrales.

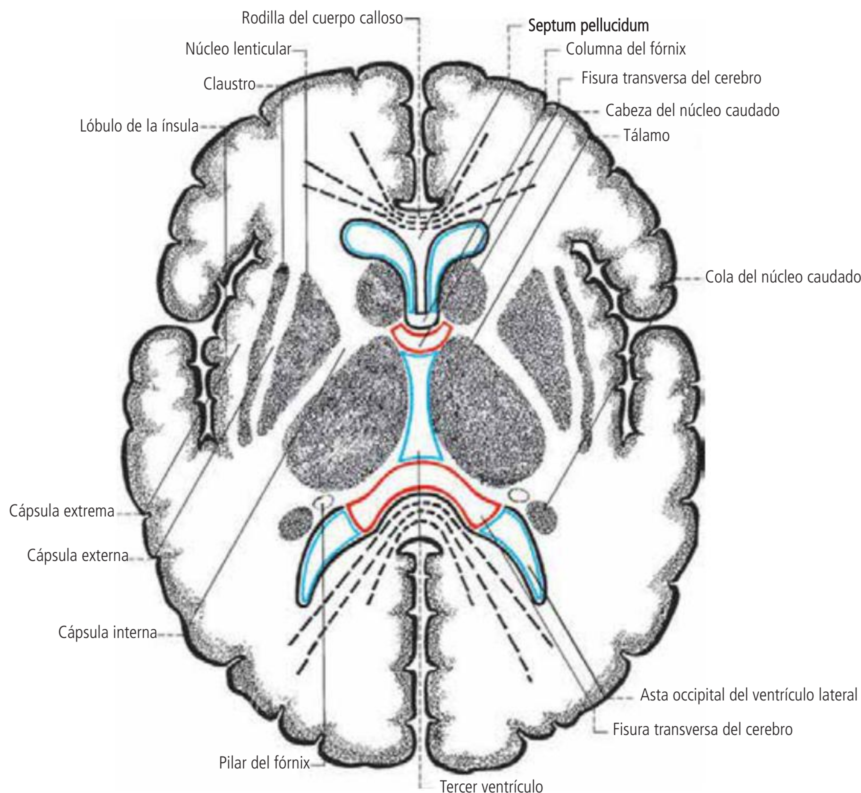


Fig. 24-39. **Esquema de un corte horizontal del prosencéfalo (según Flechsig). En rojo: piamadre invaginada en el interior del cerebro que forma la fisura transversa del cerebro. En azul: revestimiento ependimario de los ventrículos cerebrales.**

En la unión ventral entre el putamen y la cabeza del caudado se encuentra el **núcleo accumbens** (**fig. 24-44**). Se los estudiará por separado a pesar de encontrarse conectados. Sus conexiones serán estudiadas en conjunto.

Núcleo caudado

Descripción y relaciones. El núcleo caudado tiene forma de herradura parcialmente dispuesta en torno del tálamo (**fig. 24-40**). Adopta el contorno del ventrículo lateral; forma la pared

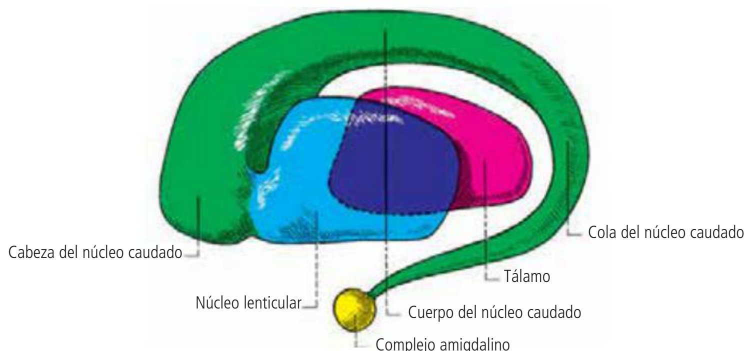


Fig. 24-40. **Núcleos basales y tálamo izquierdos, vista lateral (según Netter).**

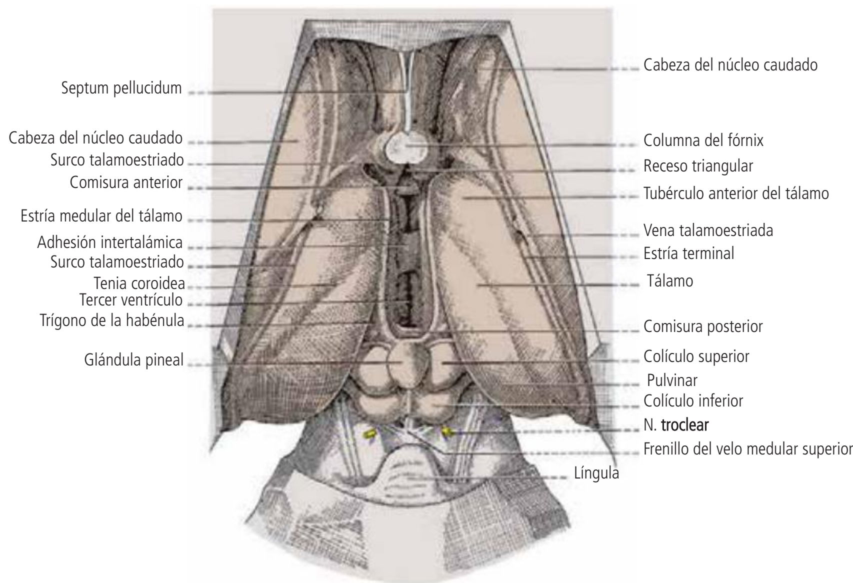


Fig. 24-41. **Tálamos y tercer ventrículo, vistos desde arriba luego de la ablación del fórnix y de la tela coroidea.**

lateral de su asta frontal y de su atrio, así como la pared superior del asta temporal. Visto desde lateral, tiene forma de letra "C", curvándose sobre el tálamo, con un extremo anterior ensanchado: la cabeza; un cuerpo orientado hacia atrás y hacia lateral y una cola, dirigida hacia adelante.

La **cabeza** (**fig. 24-51**) es redondeada y alcanza un plano más inferior que el tálamo. Se ubica profunda a la sustancia perforada anterior. Medialmente la cabeza está separada de su homóloga contralateral por el septum pellucidum y los ventrículos laterales. A este nivel se conecta hacia lateral con el núcleo lenticular por puentes de sustancia gris (**figs. 24-41** y **24-44**). Estos **puentes grises caudolenticulares** atraviesan la cápsula interna dejando áreas alternadas de sustancia gris y blanca, dando origen al término estriado.

El **cuerpo** (**figs. 24-40** y **24-41**) se extiende hasta el borde posteroinferior del tálamo. Su cara superior, que al curvarse se hace posterior, se encuentra tapizada por el epéndimo y se relaciona primero con el cuerpo del asta frontal y luego con el atrio. Su cara inferior está junto al **tálamo** y entre ambos se encuentra la **estría terminal**. Lateralmente la cápsula interna lo separa del núcleo lenticular (**fig. 24-45**).

La **cola** es oblicua hacia abajo, lateral y luego hacia anterior. Sigue el contorno del asta temporal del ventrículo lateral del que

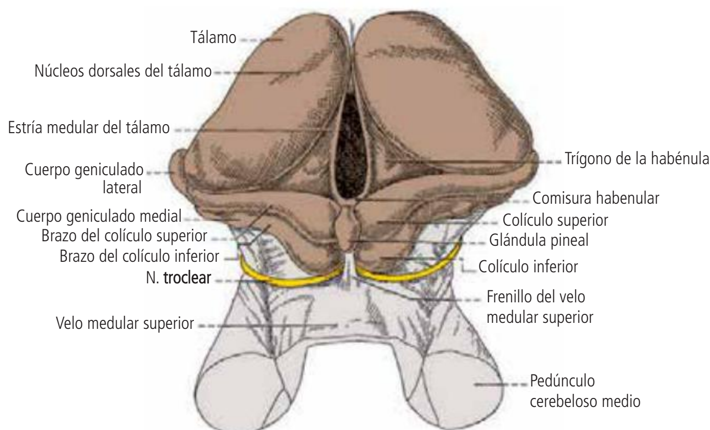


Fig. 24-42. **Cara posterior del mesencéfalo.**

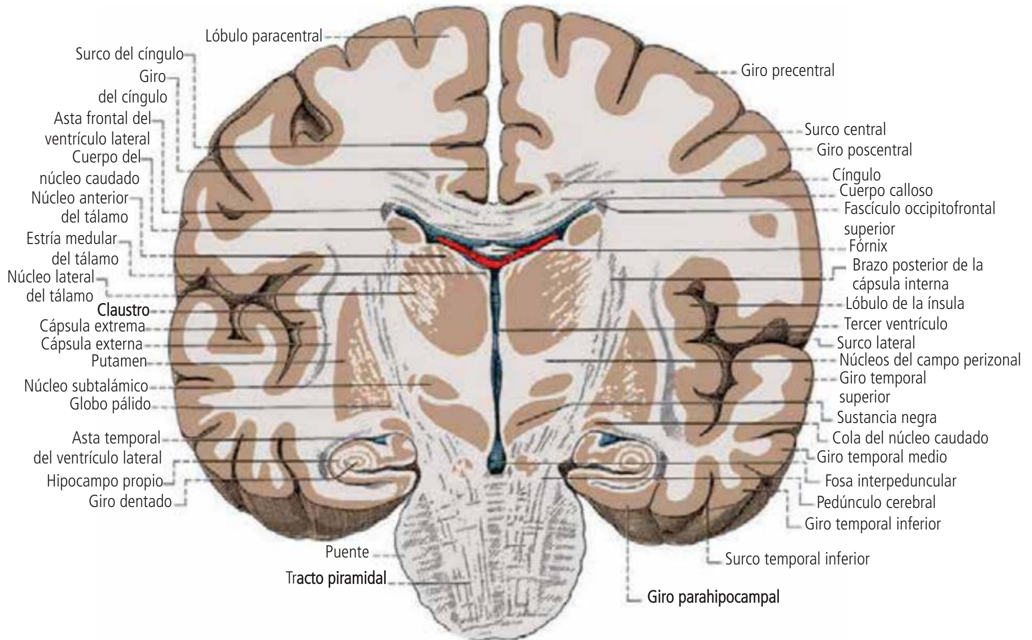


Fig. 24-43. Corte coronal del cerebro, a nivel del brazo posterior de la cápsula interna. En rojo, plexos coroideos.

forma su techo. Se ubica lateralmente al brazo posterior de la cápsula interna y termina adelante, en la proximidad del cuerpo amigdalino (**fig. 24-45**).

Núcleo lenticular

Descripción y relaciones. Se encuentra situado lateral al precedente. Es más pequeño que el tálamo y que el núcleo caudado (**figs. 24-45** y **24-46**).

Se lo denomina así a causa de su aspecto que recuerda vagamente la forma de una lente biconvexa. En los cortes horizontales y coronales presenta la forma de una pirámide triangular de vértice medial e inferior. El examen de los cortes mencionados demuestra que la sustancia gris del núcleo lenticular no es homogénea. En el interior del núcleo se observan dos láminas verticales de sustancia blanca dirigidas hacia abajo y medialmente: las láminas medulares medial y lateral.

El núcleo lenticular se encuentra dividido así en tres segmentos: uno lateral, de igual coloración que el núcleo caudado, es el **putamen** y otro medial, el **globo pálido**, de coloración más clara, dividido por la lámina medular medial en dos núcleos: **medial** y **lateral**.

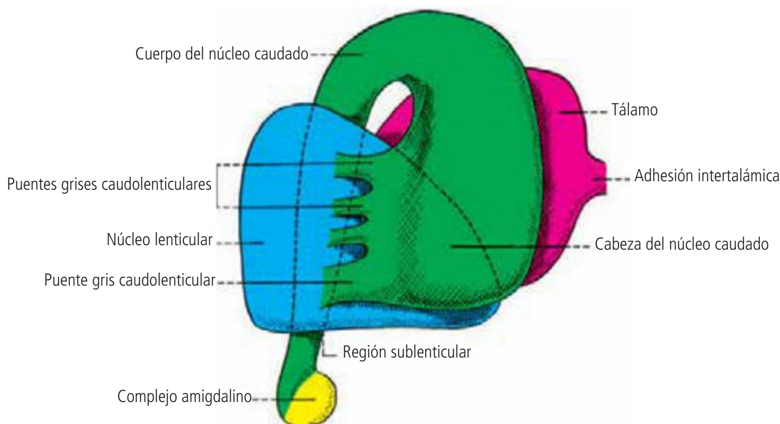


Fig. 24-44. Vista anterior de los núcleos basales y tálamo derechos (según Paturet).

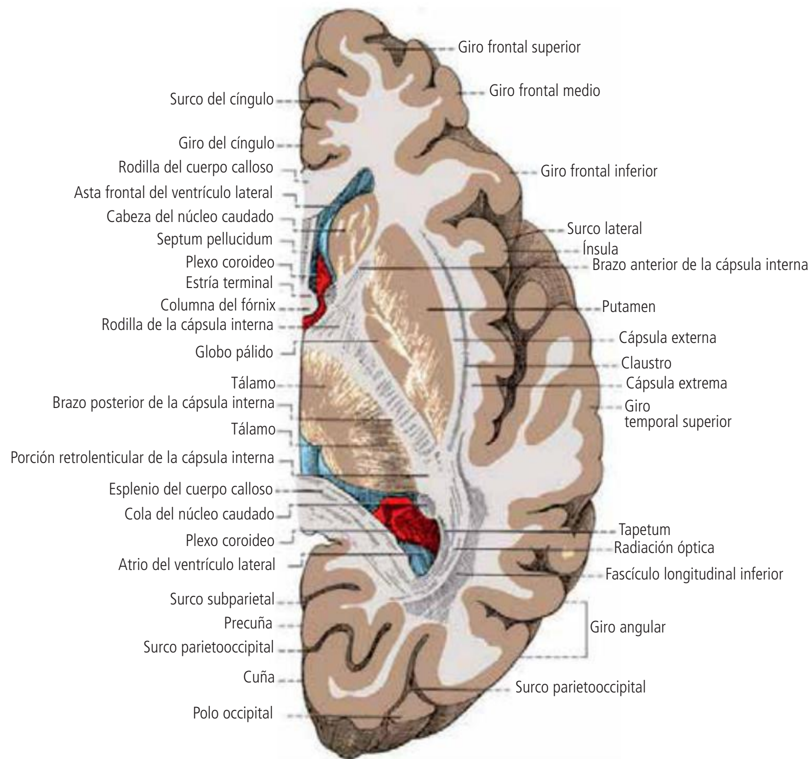


Fig. 24-45. Corte horizontal del cerebro que pasa por la rodilla y el esplenio del cuerpo calloso.

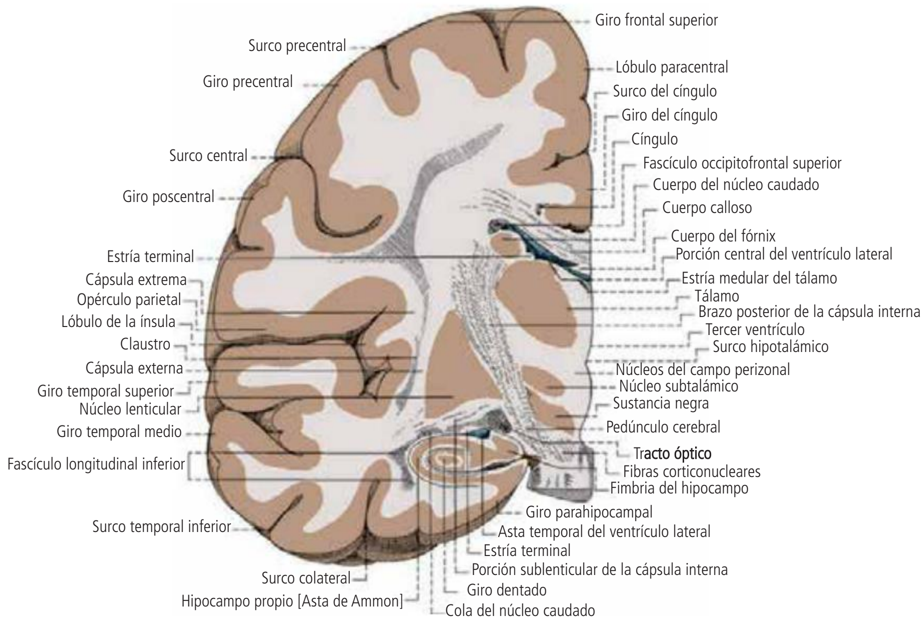


Fig. 24-46. Corte coronal del hemisferio izquierdo, que pasa por el cuerpo del núcleo caudado. Vista posterior.

En el núcleo lenticular se describen:

- Una cara lateral o base, en contacto con la cápsula externa que la separa del claustro.
- Una cara inferior, que se encuentra dorsal al área subtalámica y al lóbulo temporal.
- Una cara superomedial, que se relaciona con la cápsula interna; a nivel de su rodilla.
- Un extremo anterior, unido a la cabeza del núcleo caudado por los puentes grises.
- Un extremo posterior, adelgazado en numerosos filamentos de sustancia gris.

Núcleo accumbens

Descripción y relaciones. Es la porción ventral del estriado. Se ubica en la unión de la cabeza del núcleo caudado con el putamen. Es dorsal al tubérculo olfatorio.

Claustro [antemuro]

Es una laminilla de sustancia gris, separada de los giros del lóbulo de la ínsula por la sustancia blanca de la **cápsula extrema**, y del núcleo lenticular por la **cápsula externa**. Es funcionalmente distinta de las otras formaciones y se la considera relacionada con la corteza de la ínsula (**figs. 24-43**, **24-45** y **24-46**).

Sustancia blanca cerebral

Presenta tres partes (**figs. 24-38**, **24-39** y **24-28**):

A. Por encima de los núcleos grises centrales (centro oval).
B. Entre los núcleos grises centrales.
C. Por debajo de los núcleos grises centrales (región subtalámica).

Centro oval [de Vieussens o centro semioval de Vicq d'Azyr]

La sustancia blanca, situada en cada hemisferio cerebral entre la corteza y los núcleos, tiene en su conjunto una forma oval. Como ya se ha mencionado, representa el recorrido de las fibras desde o hacia la corteza del hemisferio. Está constituida por fibras de proyección corticales, por fibras de asociación y por fibras comisurales.

Las **fibras de asociación** relacionan diferentes partes de la corteza de un mismo hemisferio.

Las **fibras comisurales** conectan zonas simétricas de ambos hemisferios.

Las **fibras de proyección** se dirigen de la corteza al tronco encefálico o a la médula espinal o bien de estas formaciones ascienden hacia el tálamo o hacia la corteza.

Cápsula interna

Es una formación espesa de fibras mielinizadas, sustancia blanca, que se dispone separando el tálamo y el núcleo caudado del lenticular. Es una vía de pasaje recorrida por numerosos haces ascendentes, descendentes y transversales. Tiene forma de ángulo diedro, con una arista medial o **rodilla** y dos **brazos**: anterior y posterior.

Brazo anterior: está situado entre la cabeza del núcleo caudado y el núcleo lenticular; por su parte superior se continúa con la corona radiada, está atravesado por puentes de sustancia gris que unen el putamen del núcleo lenticular y el núcleo caudado.

Brazo posterior: ubicado entre el tálamo y el núcleo lenticular. En este brazo se distinguen además otras dos porciones, una porción **sublenticular** y una porción **retrolenticular**.

Rodilla: comprendida entre los dos brazos, corresponde al vértice del núcleo lenticular.

Cápsula externa

La cápsula externa separa el núcleo lenticular (putamen) del claustro. Contiene fibras de asociación (**figs. 24-45** y **24-46**).

Cápsula extrema

Es una muy delgada lámina de sustancia blanca interpuesta entre el claustro y el lóbulo de la ínsula. Está constituida por las fibras aferentes y eferentes de la corteza de la ínsula (**fig. 24-45**).

Diencéfalo

Tálamo

Descripción y relaciones

El tálamo es el conjunto de núcleos más importante del diencéfalo. Representa principalmente el centro de distribución de los estímulos ascendentes sensitivos y sensoriales que aquí se reagrupan antes de llegar a la corteza. A su acción centralizadora se le agregan numerosas conexiones.

Ambos tálamos, derecho e izquierdo, están separados medialmente por el tercer ventrículo. Lateralmente, la cápsula interna separa al tálamo del núcleo lenticular. Por detrás se relaciona con el atrio y adelante con la cabeza del núcleo caudado y el fórnix. Abajo, de adelante hacia atrás, con el hipotálamo, la región subtalámica y el mesencéfalo.

De forma ovoide, su eje longitudinal está orientado anteromedialmente; sus extremos anteriores están separados por las columnas del fórnix; entre sus extremidades posteriores se encuentran los colículos mesencefálicos y la glándula pineal.

Se describen en cada tálamo cuatro caras y dos extremos:

Cara superior. Es libre casi en su totalidad. Está limitada lateralmente por la estría terminal, que la separa del núcleo caudado y medialmente por la estría medular del tálamo. En el borde superior de la estría medular del tálamo se ubica la tenia talámica, de donde se desprende el velo interpuesto, dirigido hacia medial, que forma el techo del tercer ventrículo. La cara superior está recorrida por la **fisura coroidea**, oblicua hacia adelante y medialmente, en la que se sitúan los plexos coroideos. Esta fisura separa: un área lateral, que forma el piso del ventrículo lateral, y un área medial, cuya parte posterior ensanchada constituye el pulvinar (**fig. 24-41**).

Cara medial. En sus dos tercios anteriores forma la pared lateral del tercer ventrículo. Aquí se halla unida al tálamo opuesto por la **adhesión intertalámica**. Abajo se detiene en el **surco hipotalámico** [de Monro] extendido desde el foramen interventricular, hasta el acueducto del mesencéfalo. Este surco es el límite entre el tálamo y la región hipotalámica. Por atrás, el tercio posterior de esta cara está unido al colículo superior (**figs. 24-31** y **24-43**).

La **adhesión intertalámica** [comisura gris] no se trata de una verdadera comisura, puesto que sus fibras no pasan de un lado al otro sino que, dispuestas en forma de U acostada, contactan en el plano sagital mediano por su convexidad sin pasar al otro hemisferio.

Cara inferior. Más ancha atrás que adelante, se relaciona, de adelante hacia atrás, con la región hipotalámica (infundíbu-

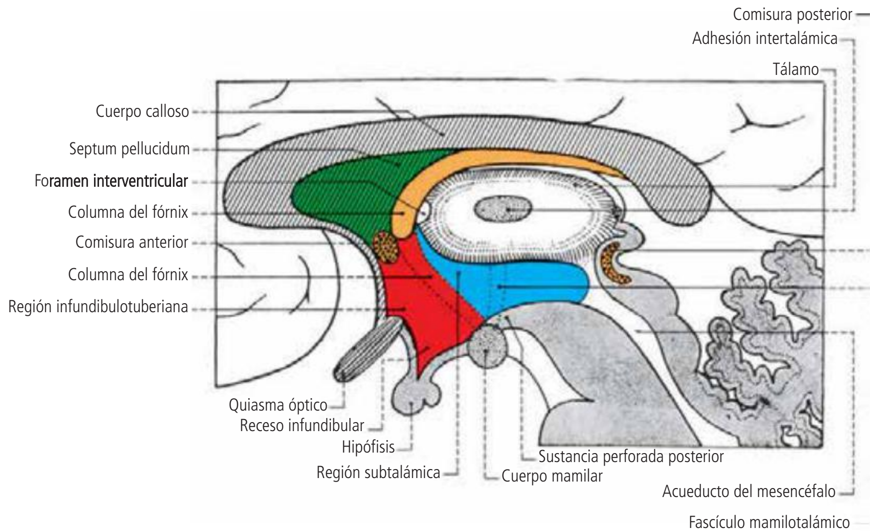


Fig. 24-47. Corte sagital, que muestra la pared del tercer ventrículo y las regiones infundibulotuberiana y subtalámica. Lado derecho.

lo, neurohipófisis, túber cinereum) y con la región subtalámica (**figs. 24-42** y **24-47**).

Cara lateral. Convexa, está en contacto con la cápsula interna que la separa del núcleo lenticular (**fig. 24-46**).

Extremo anterior. Se relaciona con la concavidad del núcleo caudado; medialmente se relaciona con la columna del fórnix, separada del tálamo por el **foramen interventricular**, este último atravesado por los plexos coroideos.

Extremo posterior. Constituido por el pulvinar, que hace protrusión en el atrio del ventrículo lateral. Está contorneado por el pilar del fórnix. En su parte inferior se encuentran los dos cuerpos geniculados, medial y lateral. Son dos masas globulosas que se unen a estructuras mesencefálicas: el cuerpo geniculado medial al colículo inferior por el brazo del colículo inferior; y el cuerpo geniculado lateral al colículo superior por el brazo del colículo superior (**figs. 24-41** y **24-42**). Hacia medial de ambos pulvinares y posterior al tercer ventrículo se encuentra el **trígono de la habénula**.

Epitálamo

Se designa así al conjunto de estructuras formado por el triángulo de la habénula, la comisura habenular, la comisura posterior (epitalámica) y la glándula pineal.

La comisura habenular conecta los dos núcleos de la habénula por encima del receso pineal del tercer ventrículo.

Glándula pineal [epífisis]

La glándula pineal no es una formación interhemisférica: es un órgano en situación interhemisférica (**figs. 24-31**, **24-33** y **24-34**).

Es una formación pequeña impar y oval, con una base anterior deprimida que se corresponde con el receso pineal del tercer ventrículo. Su vértice, posterior, es libre. Esta glándula ocupa la región situada por debajo del esplenio del cuerpo calloso, por encima de los colículos del mesencéfalo, entre los que se aplica; por detrás del techo del tercer ventrículo; por delante de la tienda del cerebelo de la que está separada por la **cisterna cuadrigeminal** (a nivel de la lámina tectal). Lateralmente se relaciona con las venas cerebrales internas que se unen a este nivel para formar la **vena cerebral magna**.

Región subtalámica

Se encuentra limitada por arriba por el tálamo, lateralmente por la cápsula interna, medialmente por el tercer ventrículo (por debajo del surco hipotalámico y por detrás del hipotálamo), y abajo por el mesencéfalo con sus núcleos. En ella se encuentran núcleos grises y fascículos blancos (**figs. 24-31** y **24-47**).

Núcleos grises

De ellos, la sustancia negra [locus niger] y el núcleo rojo, que son formaciones mesencefálicas, serán estudiados con el pedúnculo cerebral. De los otros centros deben recordarse: el **núcleo subtalámico** y la **zona incierta**.

Núcleo subtalámico [cuerpo de Luys]. Es un pequeño núcleo par, situado entre la base del tálamo y la sustancia negra. Está en relación: con su homólogo opuesto por el fascículo subtalámico, con el globo pálido que le envía estímulos motores por el fascículo lenticular, y con el mesencéfalo (núcleo rojo y vía extrapiramidal).

Zona incierta. Se ubica entre el núcleo subtalámico y el tálamo. Recibe fibras del fascículo lenticular y está también conectada a los núcleos reticulados del diencéfalo.

Sustancia blanca

Comprende: el **fascículo subtalámico** [de Forel] entre el núcleo subtalámico y el globo pálido; las radiaciones que unen el tálamo al núcleo rojo y a la terminación del fascículo lenticular

y del asa lenticular. Las grandes vías sensitivas y motoras pasan lateralmente a esta región, como parte de la cápsula interna.

Ventrículos cerebrales

Los ventrículos cerebrales son cavidades del telencéfalo que representan los resabios de las vesículas cerebrales primitivas. Están tapizados por epéndimo y alojan a los **plexos coroideos**. A este nivel se produce el líquido cerebroespinal que se encuentra en los ventrículos cerebrales (**figs. 24-48** y **24-49**).

Existen tres ventrículos cerebrales: dos ventrículos laterales, uno en cada hemisferio cerebral, y un tercer ventrículo, mediano, a nivel diencefálico. Cada ventrículo lateral se comunica con el tercer ventrículo por el **foramen interventricular**. El tercer ventrículo se comunica abajo y atrás, por medio del acueducto del mesencéfalo, con el cuarto ventrículo.

Ventrículos laterales

Cada uno de ellos presenta tres prolongaciones o astas y una porción central (**cuadro 24-1**):

A. Asta frontal: es la porción del ventrículo lateral que se encuentra desde la rodilla del cuerpo calloso hasta el foramen interventricular, en el lóbulo frontal. Por detrás de este y hasta el extremo posterior del tálamo encontramos la **porción central** del ventrículo lateral.

B. Asta temporal: en el extremo posterior del tálamo, la cavidad ventricular cambia bruscamente de dirección y se dirige hacia abajo, lateralmente y adelante para terminar en el polo anterior del lóbulo temporal. El ventrículo rodea al extremo posterior del tálamo y la cara inferior del núcleo caudado.

C. Asta occipital: la cavidad ventricular también se extiende hacia el polo posterior del hemisferio, un divertículo horizontal y curvilíneo que parece prolongar hacia atrás su dirección primitiva (**figs. 24-49** y **24-50**).

D. Porción central: se extiende continuando la dirección del asta frontal, desde el foramen interventricular hasta el extremo posterior del tálamo, en la profundidad de los lóbulos frontal y parietal.

La porción central, el asta temporal y el asta occipital se reúnen a nivel de la parte posterior del tálamo en una región común: el **atrio del ventrículo lateral** [encrucijada ventricular].

Los ventrículos laterales están situados a ambos lados del plano mediano pero su posición no es exactamente sagital pues la parte anterior del asta frontal se dirige hacia abajo y hacia medial, llegando hasta el plano mediano, mientras que el extremo anterior del asta temporal queda situado más lateral a este plano, a unos 4 cm de él.

En las tres astas: frontal, occipital y temporal, se describen dos caras, dos bordes y dos extremos.

Asta frontal

Se dirige de adelante hacia atrás y algo lateralmente (**figs. 24-51** y **24-52**).

Cara superior. Está formada por la capa inferior de las fibras de la rodilla del cuerpo calloso que constituyen el fórceps menor; más hacia atrás estas fibras corresponden a las que proceden del tronco del cuerpo calloso.

CUADRO 24-1. Límites del ventrículo lateral

Porción del ventrículo lateral	Techo	Pared anterior	Pared medial	Pared lateral	Pared inferior	Orificios
Asta frontal	Tronco del cuerpo calloso	Fórceps menor	Septum pellucidum	Cabeza del núcleo caudado	Pico del cuerpo calloso	Foramen interventricular
Porción central	Tronco del cuerpo calloso	--	Septum pellucidum, cuerpo del fórnix	Cuerpo del núcleo caudado	Estría terminal, lámina affixa, tálamo, plexo coroideo, pilar y cuerpo del fórnix	--
Atrio	Tronco del cuerpo calloso	Glomus coroideo, cola del núcleo caudado	Fórceps mayor, pilar del fórnix	Tapetum, cola del núcleo caudado	Trígono colateral	--
Asta occipital	Tapetum	--	Bulbo del asta occipital, calcar avis	Tapetum, radiación óptica	Eminencia colateral	--
Asta temporal	Cola del núcleo caudado, estría terminal, tapetum	--	Fimbria del hipocampo, plexo coroideo	Tapetum	Eminencia colateral, álveo	--

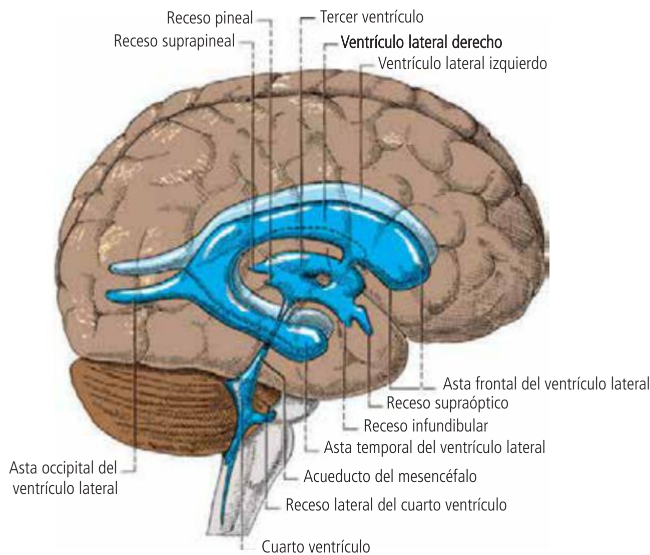


Fig. 24-48. Ventrículos cerebrales. Vista de su proyección encefálica (según Netter).

Cara lateral (**fig. 24-51**). Está constituida por la cabeza del núcleo caudado. Esta cara presenta una dirección oblicua hacia abajo y hacia medial.

Borde lateral. Corresponde a la línea de contacto entre el cuerpo calloso y el núcleo caudado (**fig. 24-52**). Paralelo a este borde se encuentra el **fascículo occipitofrontal superior**.

Cara medial. En su extremo anterior es una verdadera cara, constituida por el **septum pellucidum** (**fig. 24-56**). Aquí las astas frontales de ambos ventrículos laterales derecho e izquierdo se acercan entre sí y quedan separadas solamente por el septum.

Extremo anterior. Se extiende en el lóbulo frontal hasta llegar a unos 3 cm por detrás de la corteza del polo frontal.

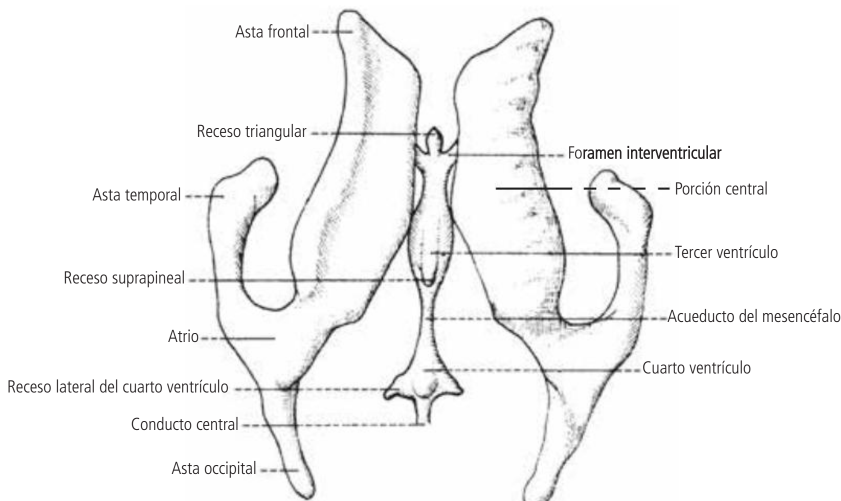


Fig. 24-49. Vista superior de las cavidades ventriculares.

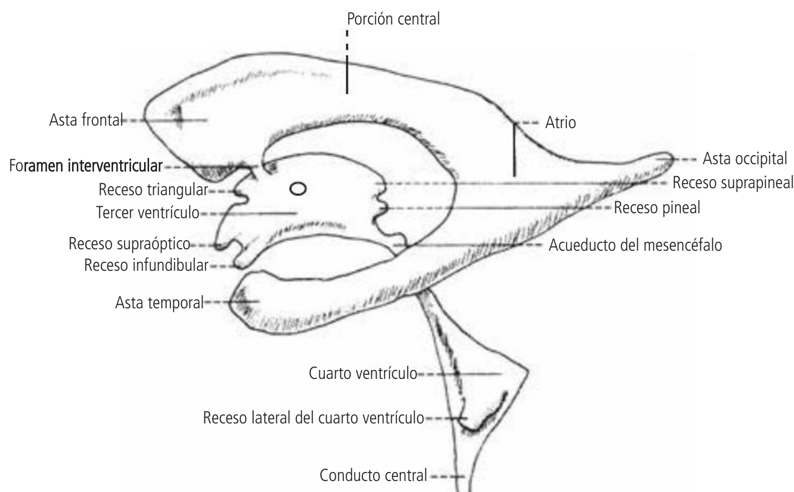


Fig. 24-50. **Vista lateral izquierda de las cavidades ventriculares.**

Hacia posterior se continúa con la porción central. El límite entre el asta frontal y la porción central del ventrículo lateral lo señala el foramen interventricular.

Porción central

Se ubica como continuación caudal del asta frontal (**figs. 24-50** a **24-52** y **24-56**). Se extiende desde el foramen interventricular hasta la región posterior del tálamo, dentro de los lóbulos frontal y parietal.

Pared superior o techo. Está formada por la capa ventral de las fibras del tronco del cuerpo calloso.

Pared medial. Está conformada en su sector superior por el septum pellucidum, que separa cada porción central de la homóloga contralateral, y en el sector inferior por el cuerpo del fórnix.

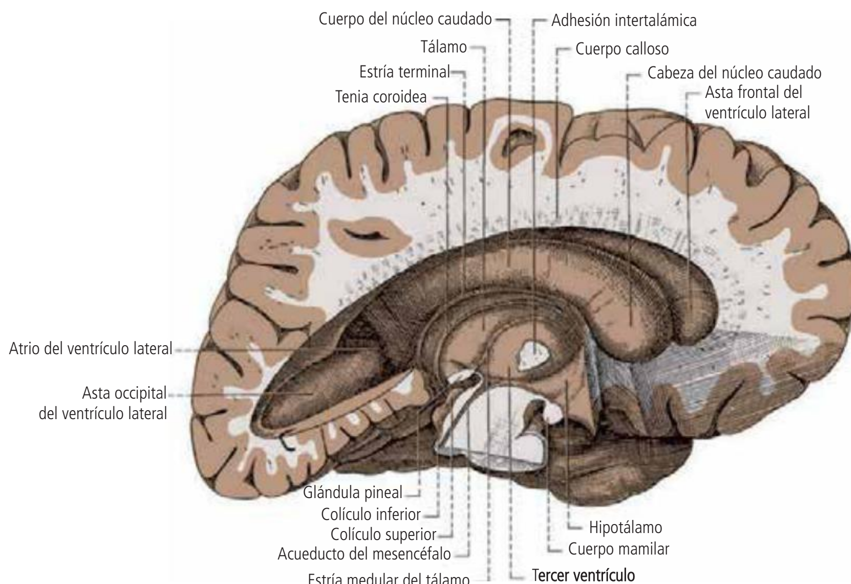


Fig. 24-51. **Corte sagital mediano y paramediano del hemisferio izquierdo, que muestra el interior del ventrículo lateral izquierdo.**

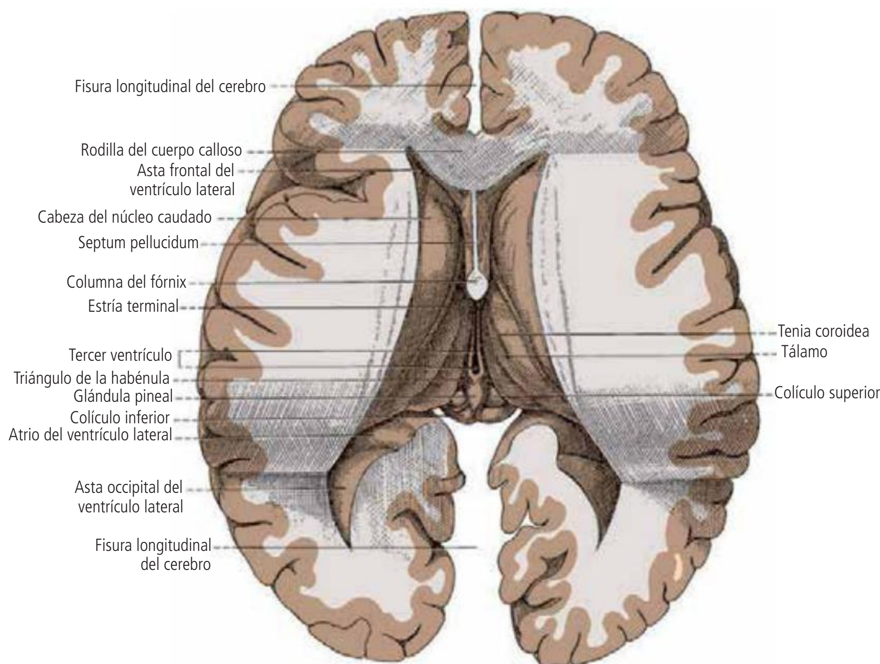


Fig. 24-52. Ventrículos laterales y tercer ventrículo, vista superior, luego de la ablación del cuerpo calloso, del fórnix y de los plexos coroideos.

Pared lateral. La constituye la superficie medial del cuerpo del núcleo caudado en toda su extensión.

Pared inferior. Está constituida por el dorso del tálamo, las formaciones relacionadas con él y el cuerpo del fórnix. En el dorso del tálamo de medial a lateral se encuentran: la tenia coroidea, donde está adherido el plexo coroideo de esta cavidad, la lámina affixa y la estría terminal, que está acompañada por la vena talamoestriada, en el ángulo entre el núcleo caudado y el tálamo. Formando parte de esta pared también se encuentra el cuerpo del fórnix que, junto el tálamo, limita la fisura coroidea.

Asta occipital

Desde el atrio ventricular, se dirige horizontal hacia atrás y algo cóncava hacia medial (**figs. 24-51** a **24-53**).

Cara superolateral. Limitada por las fibras del cuerpo calloso que conforman el **tapetum**. Lateral a este se ubican las **radiaciones ópticas**.

Cara inferomedial. Formada por dos protrusiones: una superior generada por las fibras del **fórceps mayor** del cuerpo calloso que constituyen el **bulbo del asta occipital**, y la otra, inferior, producida por la impresión profunda del **surco calcarino**: el **calcar avis** [espolón de Morand].

Cara inferior. Representada por la **eminencia colateral** que es la protrusión del **surco colateral** hacia la cavidad ventricular.

Extremos. El extremo anterior se abre ampliamente en el atrio ventricular mientras que el extremo posterior, más agudo, queda a unos 20 o 25 mm del polo occipital del hemisferio cerebral.

Asta temporal

Desde el atrio ventricular se dirige hacia abajo y adelante dentro del lóbulo temporal, formando la parte inferior de la forma de "C" descrita como forma general del ventrículo lateral (**figs. 24-51**, **24-53** y **24-54**).

Cara superior. En ella se observan de medial a lateral: la **cola del núcleo caudado** que llega anteriormente hasta el cuerpo amigdalino sin confundirse con él y la **estría terminal**, y hacia medial, en la región más posterior, el **tapetum**.

Cara inferior. Constituida por el **álveo** del hipocampo en toda su extensión, y en la región más caudal y lateral también por la **eminencia colateral**.

Cara lateral. Está formada por **tapetum**.

Cara medial. A este nivel se encuentran la **fimbria del hipocampo** y el plexo coroideo del asta temporal. En esta cara la piamadre forma la tela coroidea que se invagina en el ventrículo, para formar el plexo coroideo. Constituye una pequeña superficie entre la cara medial del ventrículo y la cisterna ambiens.

Extremos. El extremo anterior se extiende hasta el uncus del giro parahipocampal, donde se ubica el cuerpo amigdalino y se halla a unos 15 mm del polo temporal. El posterior se abre en el atrio ventricular.

Atrio del ventrículo lateral

Se ubica en el lóbulo parietal, en la convergencia de la porción central, el asta occipital y el asta temporal del ventrículo lateral (**figs. 24-51** y **24-52**).

Cara superior. Está formado por el **tronco del cuerpo calloso**.

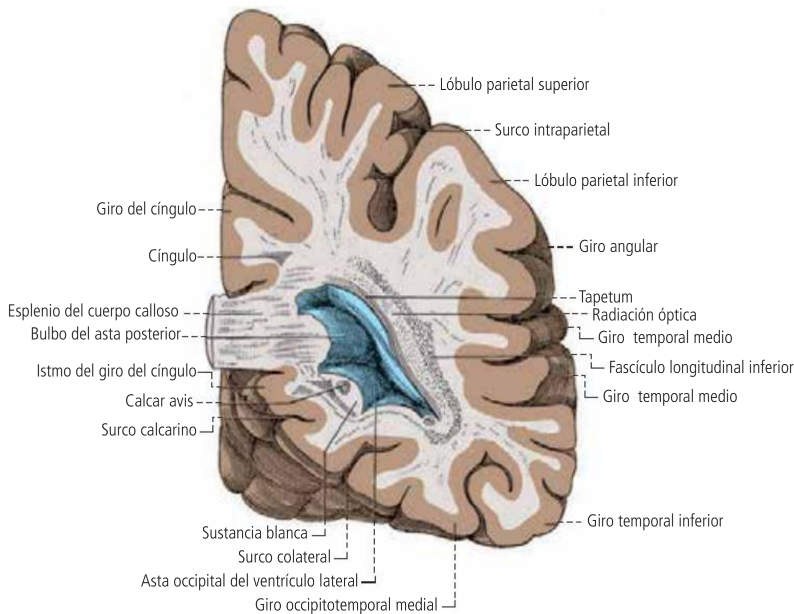


Fig. 24-53. Corte coronal del hemisferio izquierdo, que pasa por el esplenio del cuerpo calloso. Vista de la cara anterior del corte.

Cara anterior. Constituida por la superficie posterior de la **cola del núcleo caudado**. Formando parte de esta cara se encuentra el **glomus coroideo**.

Cara inferior. Formada por el **trígono colateral**, que corresponde a la porción ensanchada de la eminencia colateral.

Cara medial. Limitando esta cara se encuentran el pilar del fórnix y las fibras del fórceps mayor del cuerpo calloso.

Cara lateral. A este nivel el límite está formado por las fibras del **tapetum**, provenientes del fórceps mayor del cuerpo calloso y la **cola del núcleo caudado**.

Tercer ventrículo

El **tercer ventrículo** es la cavidad impar y mediana del diencéfalo, situada entre ambos tálamos, ventral al fórnix y dorsal a la región del hipotálamo (**cuadro 24-2**).

Alargado de adelante hacia atrás, se comunica arriba y adelante con los ventrículos laterales por intermedio de los **forámenes interventriculares** y atrás con el cuarto ventrículo por medio del **acueducto del mesencéfalo** (**figs. 24-48** a **24-50**).

Es una cavidad infundibular muy estrecha en la que se descri-

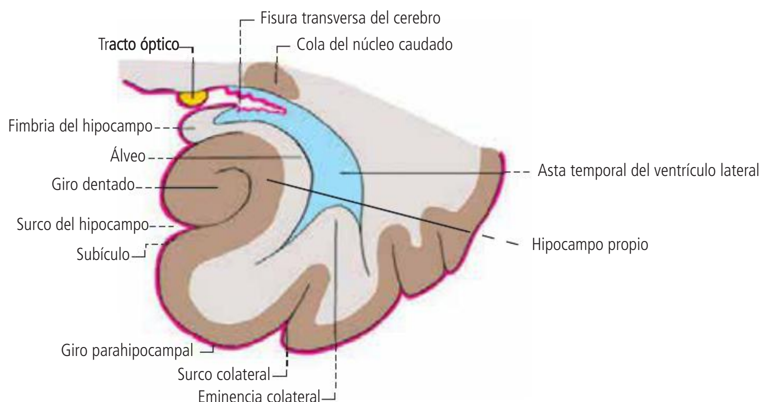


Fig. 24-54. Asta temporal del ventrículo lateral, corte coronal, lado derecho, segmento anterior del corte.

CUADRO 24-2. Límites del tercer ventrículo

	Pared lateral	Borde anterior	Borde inferior	Borde posterior	Techo	Orificio
Tercer ventrículo	Tálamo, estría medular talámica, adhesión intertalámica, surco hipotalámico, hipotálamo	Columna del fórnix, receso triangular, comisura anterior, lámina terminal, receso supraóptico, quiasma óptico	Receso infundibular, túber cinereum, cuerpos mamilares, tegmento mesencefálico	Receso suprapineal, comisura habenular, receso pineal, comisura posterior	Tela coroidea, plexo coroideo, tenia talámica, velo interpuesto	Foramen interventricular, acueducto mesencefálico

ben seis paredes: dos laterales, una superior, una posterior, una anterior y una inferior.

Paredes laterales. Adhesión intertalámica (**figs. 24-31**, **24-47** y **24-55**). Esta pared está dividida en dos porciones por el **surco hipotalámico** que se extiende oblicuo hacia abajo y atrás, desde el foramen interventricular a la abertura del acueducto del mesencéfalo.

A. Porción posterosuperior: constituida por la cara medial del tálamo, que está unido a su homólogo del lado opuesto por la **adhesión intertalámica**.

B. Porción anteroinferior: se halla cruzada lateralmente por la **columna del fórnix**. Esta disposición determina una nueva subdivisión:

- **Posterior:** el tercer ventrículo está rodeado por la **región subtalámica**.
- **Anterior:** es la porción lateral de la **región infundibulotuberiana**.

Pared anterior (**figs. 24-55** y **24-56**). Vertical, está inscrita en la separación de las dos columnas del fórnix. De forma triangular de arriba hacia abajo en ella se observan: el receso triangular, la **comisura anterior**, la **lámina terminal** y el **quiasma óptico**, con el receso supraóptico entre los dos últimos.

Pared superior o techo (**fig. 24-55**). Está conformada por: el cuerpo del fórnix, la tela coroidea, que forma el velo interpuesto y el plexo coroideo del tercer ventrículo, y la tenia talámica a la cual se fija dicho plexo.

Pared posterior (**figs. 24-55** y **24-57**). Es oblicua hacia abajo y adelante. En ella se identifican de superior a inferior: el receso suprapineal, la comisura habenular, la base de la **glándula pineal** con el receso pineal, y por abajo la comisura posterior que se detiene a nivel de la abertura del acueducto del mesencéfalo.

Pared inferior o piso (**fig. 24-55**). Oblicua abajo y adelante, comprende dos partes: una anterior donde se encuentran de anterior a posterior: el receso infundibular y el tallo hipofisario, y otra posterior que comprende el túber cinereum, los **cuerpos mamilares** y se extiende hasta el tegmento mesencefálico. A

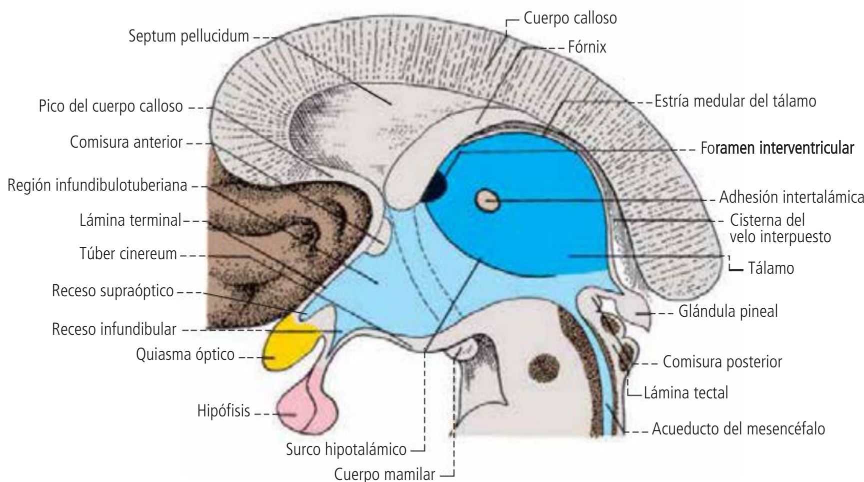


Fig. 24-55. Paredes del tercer ventrículo, corte sagital mediano, lado derecho del corte (según Paturet).

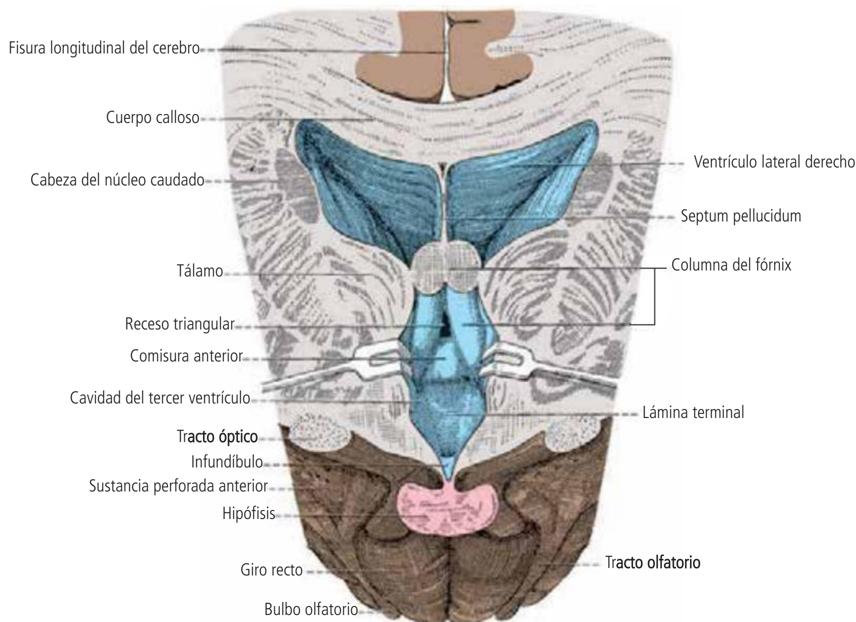


Fig. 24-56. **Borde anterior del tercer ventrículo, visto en un corte coronal que pasa simultáneamente por la hipófisis.**

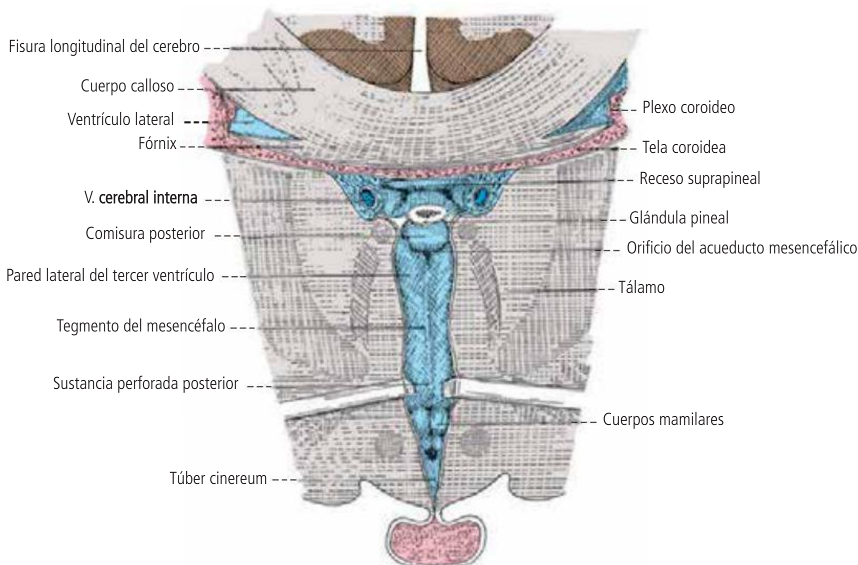


Fig. 24-57. **Borde posterior del tercer ventrículo, visto en un corte oblicuo que pasa por delante de la comisura posterior y del infundíbulo.**

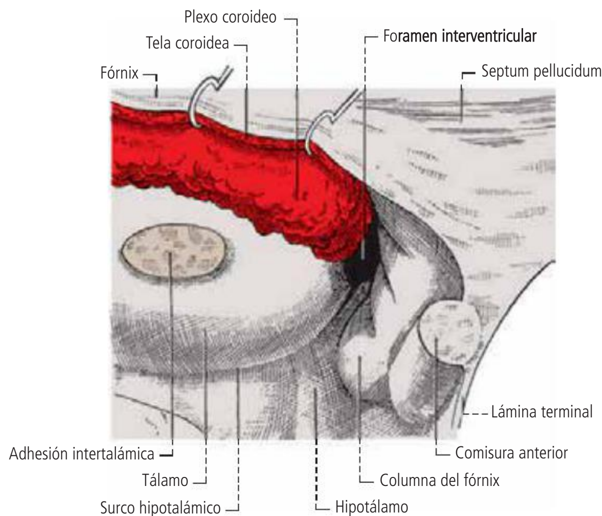


Fig. 24-58. Foramen interventricular del lado izquierdo, visto desde el interior del tercer ventrículo.

nivel anterior se sitúa el vértice del tercer ventrículo hacia donde convergen sus paredes laterales, anterior e inferior. La región posterior del piso se encuentra aplicada sobre el espacio interpeduncular, a este nivel se encuentra la sustancia perforada posterior.

Cavidad del tercer ventrículo. Es una cavidad bastante irregular, en especial en su región posterior (recesos suprapineal y pineal) e inferior y rostral, a nivel del infundíbulo.

Se describen: el foramen interventricular y las formaciones ependimarias del tercer ventrículo.

A. Foramen interventricular [agujero de Monro]: es un conducto alrededor del cual se organiza una verdadera región (Billet). Se trata de un conducto transversal limitado: abajo y atrás, por el tálamo; adelante, por la columna del fórnix y

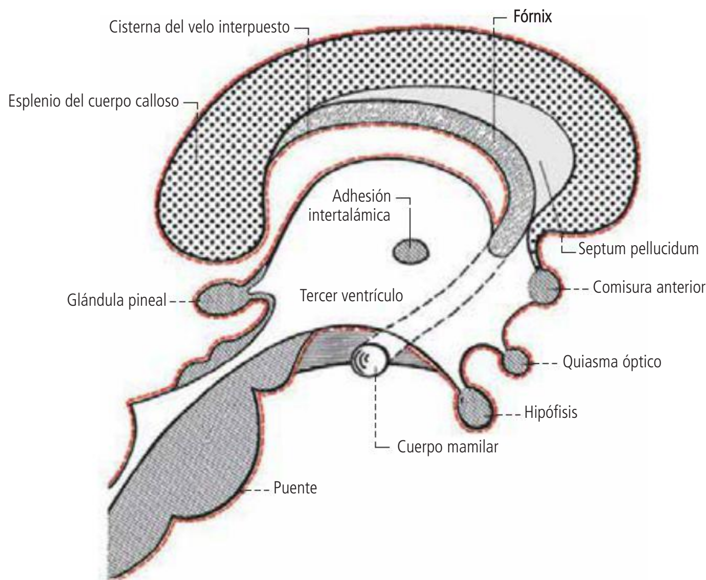


Fig. 24-59. Corte sagital mediano (esquemático) que muestra la parte medial de la fisura transversa del cerebro.

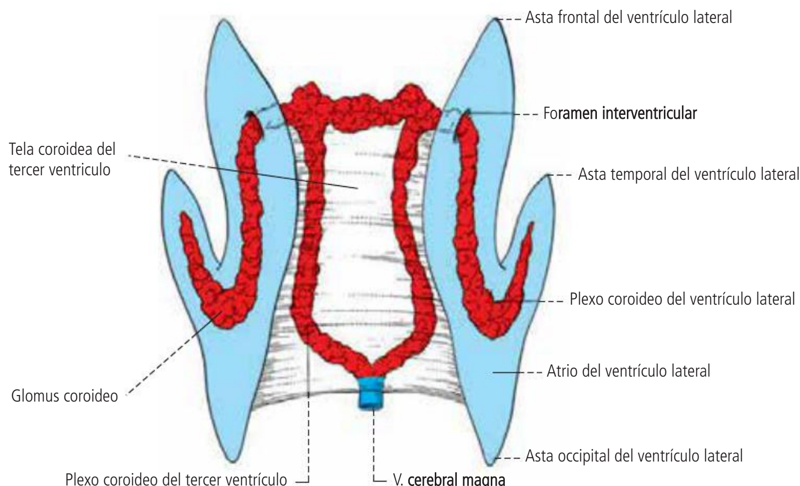


Fig. 24-60. Plexos coroideos de los ventrículos cerebrales, vista superior (los ventrículos laterales han sido fuertemente separados uno del otro).

arriba por la tela coroidea con el plexo coroideo. Este eleva la pared ependimaria del foramen interventricular para prolongarse en el ventrículo lateral (**fig. 24-58**).

B. Formaciones ependimarias del tercer ventrículo: participan en las funciones endocrinas del epéndimo diencefálico. Se distinguen: **órgano subcomisural**, situado debajo de la comisura posterior, **órgano subfornical**, situado debajo de la parte anterior del fórnix; órgano paraventricular, en contacto con la pared lateral del túber cinereum.

Plexos coroideos de los ventrículos cerebrales

Son formaciones vasculares desarrolladas a expensas de la piamadre que se invagina, ya sea en el tercer ventrículo o en los ventrículos laterales. Existen formaciones análogas en el cuarto ventrículo.

Nótese que los plexos coroideos de las cavidades ventriculares aparecen en los lugares donde la piamadre y la membrana del epéndimo están en contacto, formando la **tela coroidea**. Son topográficamente intraventriculares, pero la membrana del epéndimo que los tapiza los separa siempre de la cavidad ventricular propiamente dicha.

Plexos coroideos del tercer ventrículo

Están situados contra la tela coroidea del tercer ventrículo (**figs. 24-60** y **24-61**). Son formaciones alargadas y rojizas situadas a ambos lados del plano mediano, ventrales al fórnix y luego por encima de la glándula pineal, donde se reúnen. En el sector rostral del ventrículo, penetran en el foramen interventricular donde se estrechan notablemente.

Plexos coroideos de los ventrículos laterales

A partir del foramen interventricular, el plexo coroideo del ventrículo lateral se dirige hacia atrás volviéndose cada vez más voluminoso (**figs. 24-60** y **24-61**). Se encuentra aplicado sobre el dorso del tálamo, se une a este mediante la tenia coroidea. Llega al atrio del ventrículo lateral y desciende hacia el asta temporal, sin penetrar en el asta occipital. En el asta temporal, el plexo coroideo se aplica sobre el hipocampo, al que cubre en gran parte, hasta el extremo anterior del asta temporal siguiendo la profundidad de la fisura coroidea, donde la tela coroidea se continúa con la piamadre.

Estos dos plexos coroideos están vascularizados por las arterias coroideas: la anterior, originada de la carótida interna y la posterior, proveniente de la arteria cerebral posterior.

Plexos coroideos del cuarto ventrículo

Su disposición general es idéntica a la de los plexos coroideos de los hemisferios cerebrales (**figs. 24-63** y **24-64**). Ocupan el espacio comprendido entre la cara posterior de la médula oblongada y la porción media de la cara anterior del cerebelo. La piamadre invaginada en este espacio entra en contacto con el velo medular inferior del cuarto ventrículo. Los plexos coroideos se dividen aquí en:

- Plexos coroideos medianos: longitudinales, invaginados en la pared posterior del cuarto ventrículo hacia la abertura mediana de este ventrículo.
- Plexos coroideos laterales: se dirigen lateralmente, contornean el pedúnculo cerebeloso inferior y emergen lateralmente al tronco del encéfalo (véanse **figs. 24-13** y **24-63**).

Cuando el plexo contornea el pedúnculo cerebeloso inferior, se relaciona con la tela coroidea del cuarto ventrículo. En la parte más lateral, al terminar la tela coroidea del cuarto ventrículo, el plexo coroideo escapa de su vaina saliendo por el receso lateral ["cuerno de la abundancia"].

Estos plexos están vascularizados por ramas de la arteria cerebelosa inferior.

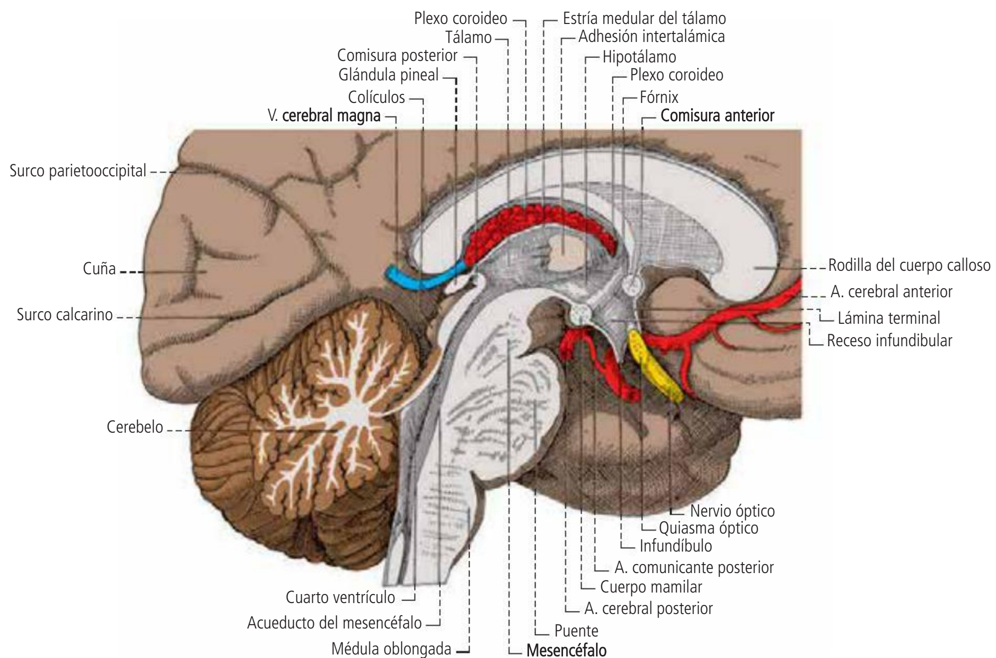


Fig. 24-61. Corte sagital mediano del encéfalo, lado izquierdo, visto por su cara medial.

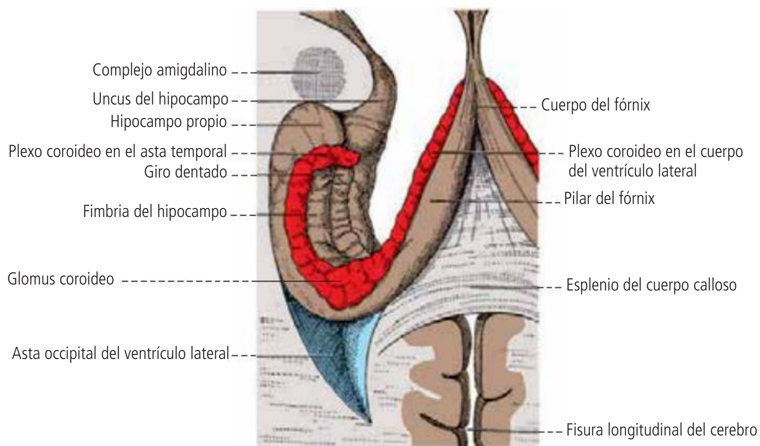
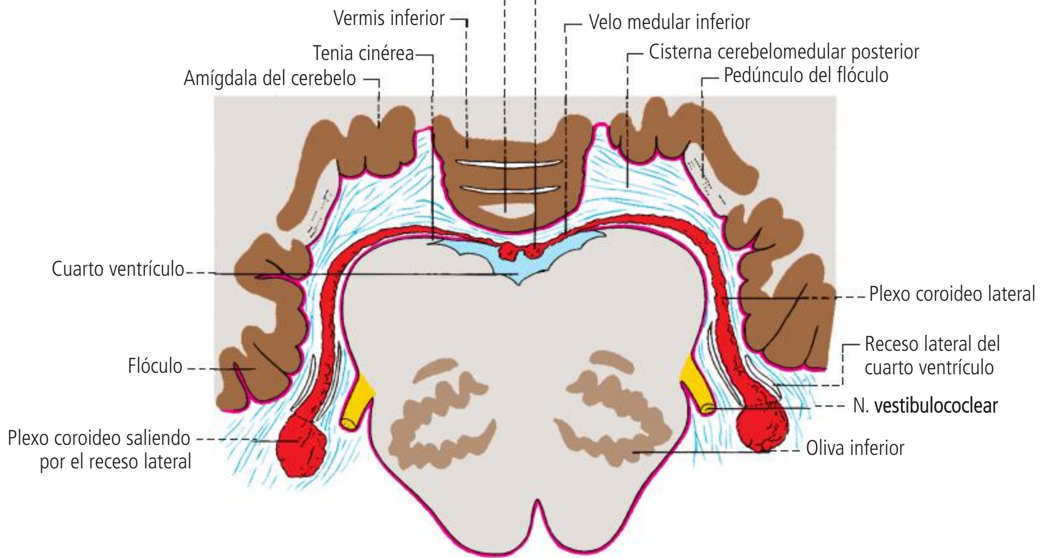
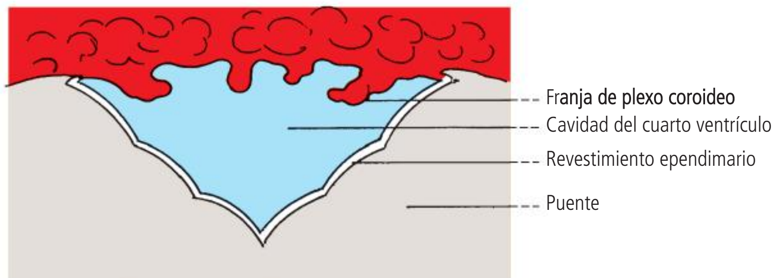


Fig. 24-62. Vista del plexo coroideo del ventrículo lateral izquierdo. Vista superior.



g. 24-63. Plexos coroideos del cuarto ventrículo, corte transversal de la médula oblongada (según Paturet).



g. 24-64. Plexos coroideos del cuarto ventrículo. Corte transversal esquemático.

Véase **Guía topográfica:** *Cabeza y SNC*

25 Meninges craneales

El encéfalo está separado de las paredes óseas del cráneo por un sistema de envolturas concéntricas: las meninges. En el conducto (canal) vertebral se distinguen de superficial a profundo, al igual que en el cráneo: la duramadre, la aracnoides y la piamadre.

Duramadre encefálica

Es la más superficial y la más gruesa de las tres meninges. Resistente y casi inextensible, tapiza estrechamente el interior del cráneo. En ciertos puntos se desdobla para formar pequeños espacios para determinados nervios craneales o bien para contener en estos desdoblamientos conductos venosos (véase **fig. 25-3**), los **senos venosos** de la duramadre, que recogen la sangre del encéfalo y de la órbita. Emite además prolongaciones hacia el interior del cráneo que tabican la cavidad craneal: la **hoz del cerebro** y del **cerebelo**, la **tienda del cerebelo** y el **diafragma selar**.

En la duramadre se distinguen una capa externa y una capa interna.

CAPA EXTERNA

Se aplica exactamente a la cara interna del cráneo, a la que se adhiere en forma variable.

A nivel de la base del cráneo. Se inserta firmemente sobre la crista galli, los procesos clinoides, el borde posterior de las alas menores del esfenoides, el borde superior de la porción petrosa del temporal, el canal basilar y en el contorno del foramen magno.

A nivel de los forámenes de la base del cráneo se prolonga a lo largo de los nervios que salen de ella, adelgazándose hasta formar en torno de ellos un estuche extremadamente delgado.

A nivel de la calvaria. Existen adherencias a nivel de las suturas óseas, sobre todo en la línea mediana; en el resto de la calvaria, las adherencias son laxas. Existe un plano de separación que puede utilizar el cirujano durante las trepanaciones. En la región lateral de la bóveda craneal existe una parte llamada zona decolable [de Gérard Marchant] (**fig. 25-1**), extendida de adelante hacia atrás, desde la región frontoesfenoidal hasta unos 2 o 3 cm de la protuberancia occipital interna y, en sentido transversal, de la línea mediana de la bóveda a la base del cráneo. Esta área "decolable" es favorable al desarrollo de "hematomas extradurales", suscitados por desgarros traumáticos de la arteria meníngea media o de sus ramas, en determinadas fracturas del cráneo.

CAPA INTERNA

Está tapizada medialmente por la lámina externa de la aracnoides, que le confiere un aspecto perfectamente liso. De esta capa se origina cierto número de prolongaciones intracraneales que forman tabiques que permiten dividir la cavidad craneal en varias fosas. Estos tabiques son: la tienda del cerebelo o tentorio, la hoz del cerebro, la hoz del cerebelo y el diafragma selar.

Tienda del cerebelo (tentorio)

Es un tabique dural situado en la fosa posterior de la base del cráneo, cuyo techo forma, separando así la parte posterior del cerebro del cerebelo. En sus porciones anterior y media contribuye a delimitar un foramen por el que pasan estructuras del mesencéfalo, la incisura del tentorio (**figs. 25-2** y **25-3**).

Inserciones. Las fibras que constituyen la tienda del cerebelo se insertan sobre dos circunferencias, mayor y menor [Vicq d'Azyr].

A. Borde periférico [circunferencia mayor]: desde la protuberancia occipital interna, se dirige a los procesos clinoides posteriores, y se inserta sucesivamente en la porción horizontal del surco del seno transverso y en el borde superior de la porción petrosa del temporal, excepto a nivel de la incisura del nervio trigémino que precede a la impresión trigeminal, por donde pasa en forma de puente, llegando al proceso clinoides posterior de cada lado. Constituye el borde adherente de la tienda del cerebelo, que se desdobla a nivel de la porción petrosa del temporal, para contener al seno petroso superior, y a nivel del occipital sobre el seno transverso, al que contiene (**figs. 25-2** y **25-3**).

B. Borde anterior [circunferencia menor o borde libre] (**figs. 25-2** y **25-4**): se inserta adelante, sobre el proceso clinoides anterior, luego se dirige hacia atrás, pasa por encima del borde periférico, al que cruza en X alargada, y describe una curva cóncava hacia adelante llegando al proceso clinoides anterior del lado opuesto. Delimita así, con la cara posterior del esfenoides, la **incisura de la tienda del cerebelo** [foramen oval de Pacchioni], por la cual pasa el tronco encefálico (**fig. 25-2**). A nivel del esfenoides, el borde libre emite tres tabiques: un tabique lateral, sagital, que se continúa con la duramadre de la fosa cerebral media; un tabique medial, también sagital, que se fija sobre el esfenoides, y un tabique transversal (diafragma selar), que alcanza el lado opuesto por encima de la silla turca. Entre los dos primeros se encuentra el seno cavernoso, y por debajo del tercero, la fosa hipofisaria.

En el cruce de las dos circunferencias se desprende una lámina vertical y transversal que cierra por detrás al seno cavernoso.

Constitución anatómica y relaciones. La tienda del cerebelo está constituida por fibras que se cruzan entre sí y que se extienden de uno a otro borde.

En el plano mediano, la tienda está proyectada por la hoz del cerebro que se inserta en ella, formando un borde oblicuo hacia arriba y adelante, donde se aloja el seno recto.

Superiormente, la tienda del cerebelo es convexa hacia arriba (en sentido anteroposterior) y cóncava hacia abajo (en sentido transversal). Por su cara superior se relaciona con la parte posterior de los hemisferios cerebrales. La parte medial de la cara inferior de estos corresponde a la porción superior del vermis cerebeloso y, lateralmente, a la cara superior de ambos hemisferios cerebelosos. De importancia topográfica, la tienda del cerebelo divide la cavidad craneal en dos fosas, supratentorial e infratentorial, que solo se comunican por la incisura de la tienda del cerebelo.

Hoz del cerebro

Es una lámina sagital y mediana situada entre las caras mediales de ambos hemisferios cerebrales. Adopta una forma de triángulo curvilíneo u hoz, de base posteroinferior (**fig. 25-5**).

Inserciones. El borde superior, convexo, comienza adelante en el foramen ciego del hueso frontal, continúa por su cresta y luego por el surco sagital de la calvaria, para terminar en la protuberancia occipital interna. En él se aloja el **seno sagital superior**.

El borde inferior se extiende desde la crista galli hasta el borde posterior de la incisura de la tienda del cerebelo. Libre y cortante, corresponde a la cara superior del cuerpo calloso; en la parte anterior entre ambos queda un espacio triangular por el que se ponen en contacto ambos hemisferios cerebrales. En este borde se aloja el **seno sagital inferior**.

La base se inserta de manera perpendicular en la tienda del cerebelo en la parte que corresponde a la cara superior. Contiene al seno venoso recto (para una mejor comprensión de la ubicación de las distintas estructuras, véanse **figs. 25-2**, **25-3** y **25-5**).

La parte anterior afinada es el vértice de la hoz; se inserta en la crista galli y envía una prolongación al foramen ciego.

Constitución anatómica. La hoz del cerebro está constituida por dos hojas que pueden separarse en la parte posterior. En la parte anterior presenta algunos forámenes que comunican las regiones derecha e izquierda (Le Paumier). Un sistema de fibras irradiado de la crista galli se dirige hacia el seno sagital superior reforzando sus paredes; en la parte posterior, un sistema de fibras irradia en forma de abanico desde la inserción de la hoz en la

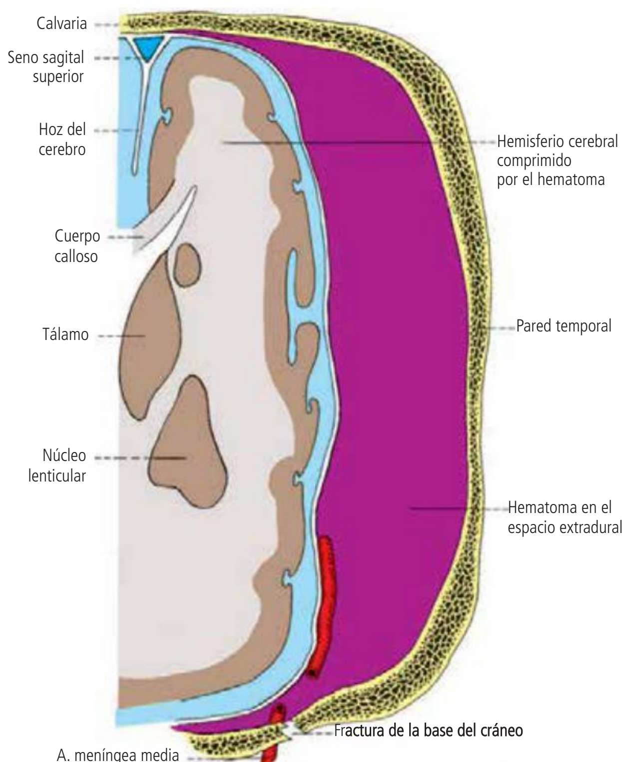


Fig. 25-1. Corte coronal esquemático del espacio extradural, ocupado por un hematoma.

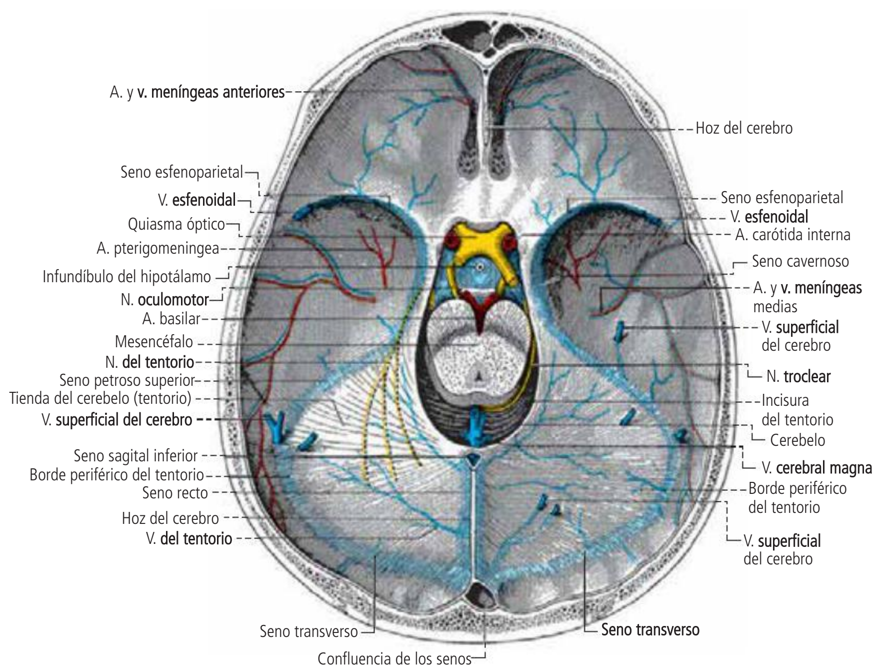


Fig. 25-2. Tienda del cerebelo (tentorio), vista desde arriba.

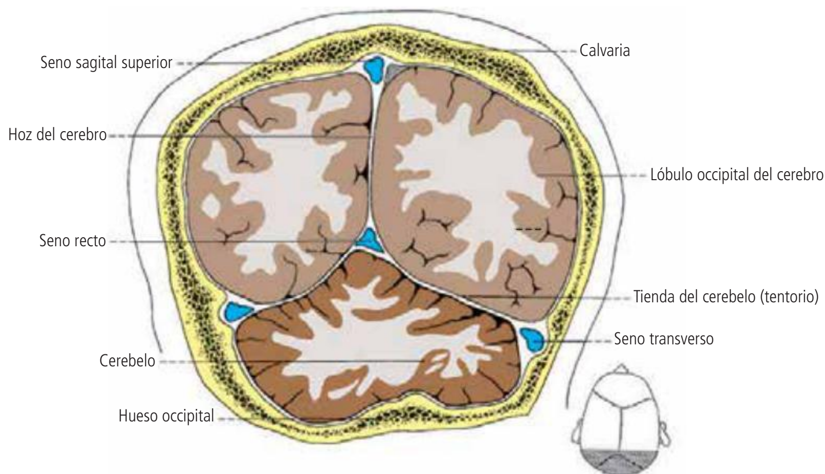


Fig. 25-3. Corte coronal del cráneo que pasa por detrás del foramen magno.

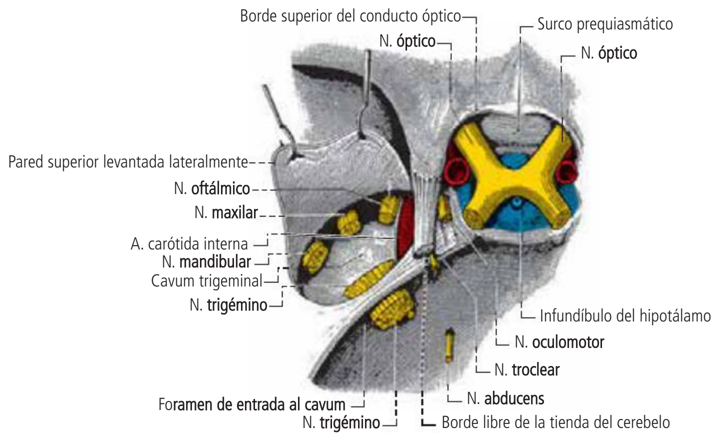


Fig. 25-4. **Cavum trigeminal, visto desde arriba luego de incidir y levantar hacia adelante y afuera su pared superior. El ganglio trigeminal ha sido resecado.**

tienda del cerebelo hacia la hoz del cerebro y las paredes de la **confluencia de los senos** [la prensa de Herófilo].

La hoz del cerebro separa así en la cavidad craneal dos espacios en la fosa supratentorial, cada uno de los cuales aloja un hemisferio cerebral.

Hoz del cerebelo

Más rudimentaria que la precedente, se dispone como un tabique mediano y sagital entre los hemisferios cerebelosos, a los que se corresponden sus caras laterales (**figs. 25-5** y **25-6**).

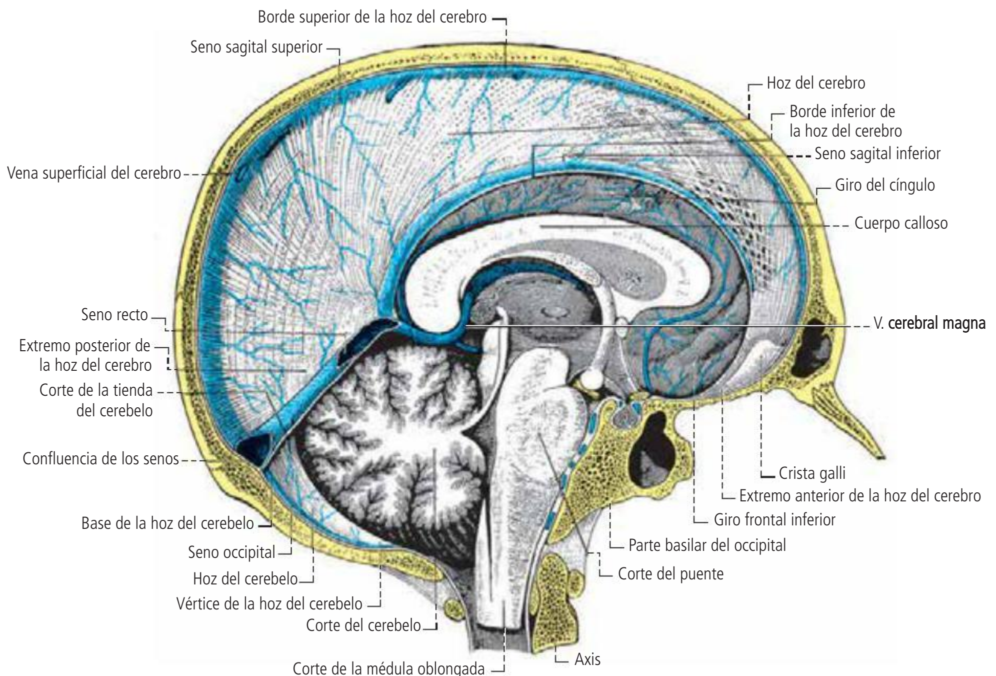


Fig. 25-5. **Hoces del cerebro y del cerebelo, vistas por su cara lateral derecha.**

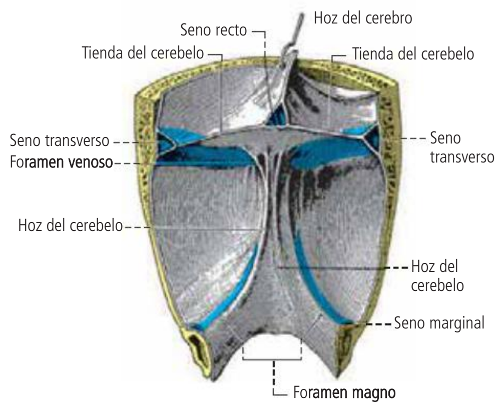


Fig. 25-6. Hoz del cerebelo, vista anterior.

Presenta un borde posterior, fijo o de inserción, convexo, que se adhiere a la cresta occipital interna desde la protuberancia occipital interna hasta el foramen magno y que aloja en su espesor a los senos venosos occipitales posteriores, y un borde anterior, libre y cóncavo, que corresponde a la porción interhemisférica cerebelosa; este borde puede presentar un canal longitudinal que aloja al vermis inferior.

La base es superior y se inserta en la cara inferior de la tienda del cerebelo, y se corresponde hacia arriba con la inserción de la base de la hoz del cerebro. El vértice, dirigido hacia adelante y abajo, a nivel del foramen magno, se bifurca, perdiéndose hacia el foramen yugular. Cada una de estas prolongaciones contiene la parte inferior del seno occipital.

Diafragma selar [tienda de la hipófisis]

Es un tabique horizontal perforado por el infundíbulo del hipotálamo, que se extiende por encima de la silla turca, aislando así a la hipófisis (**figs. 25-2** y **25-4**). Se inserta adelante, en el surco prequiasmático, lateralmente, en el borde libre de la tienda del cerebelo, y atrás, en el borde superior del dorso selar. La duramadre del diafragma selar se desdobla adelante y atrás para alojar a los senos venosos intercavernosos.

SENOS VENOSOS DE LA DURAMADRE

Generalidades

Son conductos venosos contenidos en desdoblamientos de la duramadre. Vistos en un corte (**fig. 25-7**), poseen una forma casi siempre triangular, de tal manera que parecen penetrar entre las formaciones encefálicas. Pero su luz puede tener una forma simplemente ovalada, regular, y presentar a veces tabiques incompletos. Estos senos recogen la sangre del encéfalo y de la órbita y drenan en la vena yugular interna, que se origina en el foramen yugular como continuación del seno sigmoideo.

Se los puede dividir en tres grupos:

A. Superoposterior, cuyos elementos convergen hacia la confluencia de los senos situada frente a la protuberancia occipital interna.
B. Anteroinferior, con el seno cavernoso, sus afluentes y sus eferentes.
C. Lateral, que constituye la vía de drenaje terminal del conjunto.

Grupo superoposterior

Comprende los senos sagitales superior e inferior, y los senos occipitales posteriores.

Seno sagital superior [seno longitudinal superior]

Se origina a nivel del foramen ciego del hueso frontal y ocupa, en todo su recorrido, el borde adherente óseo de la hoz del cerebro. Es impar y mediano, y deja en su trayecto la impresión de un surco sagital en la calvaria. Su luz está invadida en algunos lugares por las granulaciones aracnoideas (**figs. 25-7** y **25-8**).

Termina en la confluencia de los senos, sea frente a la protuberancia occipital interna o lateralizado.

Su calibre aumenta de tamaño de manera gradual, desde su origen hasta su terminación, a medida que recibe sus afluentes.

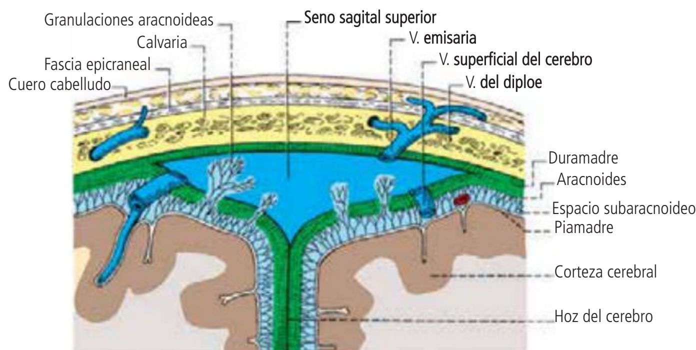


Fig. 25-7. Corte coronal que interesa el seno sagital superior (según Netter).

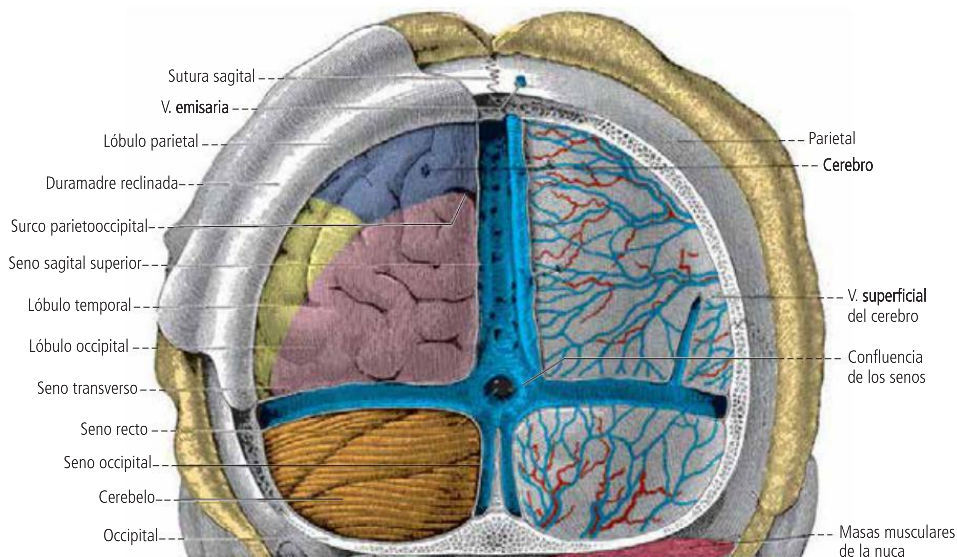


Fig. 25-8. Cerebro y cerebelo, vistos por su cara posterior después de la resección de la escama del occipital y de una parte de los parietales.

Afluentes. Están constituidos por venas hemisféricas, frontales, parietales y occipitales procedentes de la convexidad y de la cara medial. En su origen se comunica con venas de las cavidades nasales por intermedio de una vena emisaria que atraviesa el foramen ciego. Recibe además venas diploicas y meníngeas.

Se **comunica** con las venas del cuero cabelludo por intermedio de la vena emisaria parietal [de Santorini], con el seno lateral por la vena anastomótica inferior, y con el seno petroso superior por la vena anastomótica superior.

Seno sagital inferior [seno longitudinal inferior]

Se ubica en los dos tercios posteriores del borde libre de la hoz del cerebro. Situado en un desdoblamiento de la duramadre, se dirige hacia atrás y abajo y termina contribuyendo a formar el seno recto (**fig. 25-5**).

Afluentes. Provienen, por pequeñas venas, de la hoz del cerebro, del cuerpo calloso, del giro del cíngulo, de la cuña y de la precuña (cara medial del cerebro).

Seno recto

Impar y mediano, ocupa la inserción de la base de la hoz del cerebro en la tienda del cerebelo. Se origina de la reunión del **seno sagital inferior** y la **vena cerebral magna**; esta se sitúa por detrás y debajo del esplenio del cuerpo calloso y detrás de la glándula pineal. Desde su origen, el seno recto se dirige hacia abajo y atrás para terminar en la **confluencia de los senos** (**figs. 25-3** y **25-5**).

Afluentes. Provienen de las venas cerebrales internas y de la **vena cerebral magna**, de las venas cerebrales inferiores, del vermis cerebeloso y de la tienda del cerebelo.

Senos occipitales

Son pares, ocupan el fondo de la fosa occipital. De escaso calibre, se originan en el borde del foramen magno y se dirigen por una parte hacia arriba y atrás, para desembocar en la confluencia de los senos, y por otra hacia adelante y lateralmente, para alcanzar el seno sigmoideo, cerca del foramen yugular (**fig. 25-6**).

Reciben venas óseas, cerebelosas y de la duramadre.

Se anastomosan con las venas espinales a través del foramen magno.

Confluencia de los senos [prensa de Herófilo o torcular]

Es una encrucijada venosa situada delante de la protuberancia occipital interna, en contacto con el hueso occipital. Los elementos de esta confluencia a veces están lateralizados y son asimétricos. Se sitúan en la parte posterior de la base de la hoz del cerebro, de la tienda y de la hoz del cerebelo (**fig. 25-8**).

Recibe el seno sagital superior, el seno recto y los senos occipitales.

Da origen, a ambos lados, a los senos transversos.

Grupo anteroinferior

Senos cavernosos

Los senos cavernosos están situados a uno y otro lado de la celda hipofisaria, y se extienden desde la fisura orbitaria superior hasta el foramen lacerum. Representan la confluencia venosa de la base del cráneo (**figs. 25-9** y **25-10**).

Cada seno cavernoso está limitado por dos láminas sagitales provenientes del borde anterior de la tienda del cerebelo. Se apoya adelante sobre la fisura orbitaria superior, abajo y medialmente se aplica sobre el esfenoides, atrás, termina contra el dorso de la silla turca, sobre el vértice de la porción petrosa.

El seno cavernoso presenta dos particularidades:

A. En cuanto a su **estructura**: su luz está tabicada por láminas fibrosas finas e irregulares (de allí su nombre), que parecen

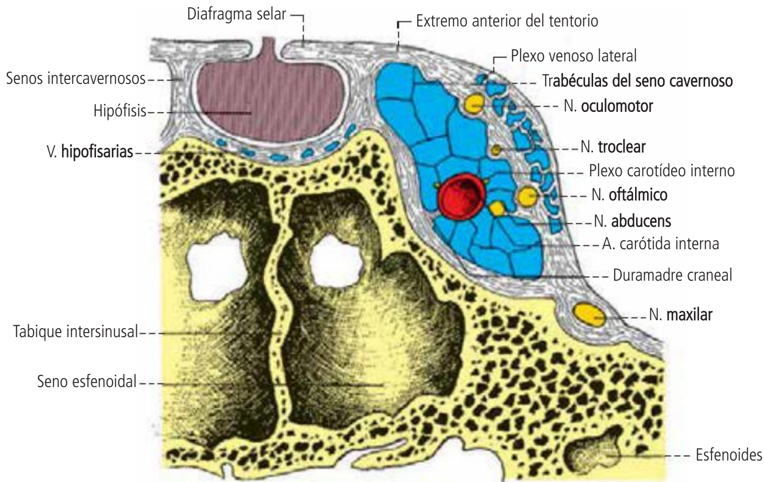


Fig. 25-9. **Corte coronal del seno cavernoso (según Paturet).**

aislar sectores venosos. Se trata en realidad de restos de pared venosa de las venas que constituyen, en un pelotón apretado, el seno cavernoso embrionario, que se origina como un plexo venoso.

B. En cuanto a su **contenido** (**fig. 25-10**): por su interior discurren la arteria carótida interna y el nervio abducens, hecho único en la economía. Estos elementos están separados de la sangre del seno por una vaina conectiva.
Además, las paredes del seno cavernoso están recorridas por los nervios oculomotor, troclear y oftálmico.

Está en relación: lateralmente, con la fosa cerebral media y los giros temporales, en sentido medial, con la silla turca y la hipófisis, arriba, con la fisura transversa del cerebro y la fosa interpeduncular, adelante, con la órbita por medio de la fisura orbitaria superior; atrás, con la región del vértice petroso y el puente, y abajo, con el esfenoides.

Afluentes. El más importante es la vena oftálmica, que llega de la órbita por la fisura orbitaria superior. También llegan al seno cavernoso el seno esfenoparietal, situado en la duramadre siguiendo al borde posterior del ala menor del esfenoides, que co-

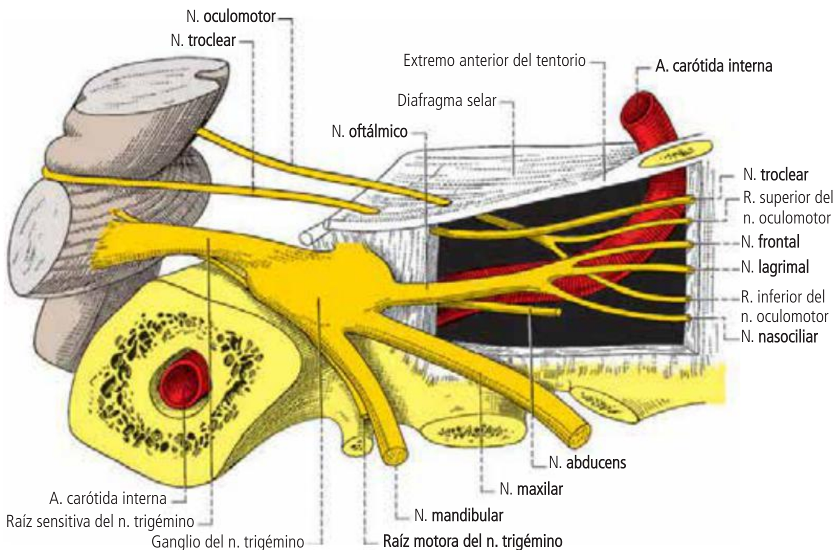


Fig. 25-10. **Relaciones esquemáticas de la carótida interna con los nervios de la órbita, en el seno cavernoso (según Perlemuter y Waligora).**

munica con las venas meníngeas medias, y los senos intercavernosos, provenientes del diafragma selar [tienda de la hipófisis].

El seno cavernoso es drenado por los senos petrosos superior e inferior (**fig. 25-14**).

El **seno petroso superior** (**figs. 25-2** y **25-11**) está situado en el borde superior petroso y en el borde periférico de la tienda del cerebelo. Es oblicuo lateralmente hacia atrás. Cruza por arriba al nervio trigémino en su entrada al cavum trigeminal, y termina en el seno sigmoideo a nivel de la región mastoidea. Recibe venas cerebrales medias superficiales, venas pontinas, cerebelosas y timpánicas.

El **seno petroso inferior** (**fig. 25-11**) sigue a la sincondrosis petrooccipital, oblicuo hacia abajo y lateral. Atraviesa el extremo medial del foramen yugular y se vierte en la yugular interna por fuera de la cavidad craneal. Cerca de su origen está unido a su homólogo opuesto por el plexo basilar, que a veces une directamente a los dos senos cavernosos. El seno petroso inferior se relaciona con las venas del conducto (canal) del hipogloso, agrupadas alrededor del nervio hipogloso, sea directamente o por intermedio de la vena petrooccipital inferior.

El seno cavernoso se comunica con:

- Las redes venosas extracraneales (**fig. 25-12**) por medio de una serie de venas emisarias.
- La vena facial, por la vena oftálmica.
- Los plexos pterigoideos, por las venas del foramen oval, del foramen redondo, así como por las venas meníngeas.
- Las venas faríngeas, por la vena del foramen lacerum y por el plexo venoso pericarotídeo.
- Las venas superficiales del cráneo por las venas del diploe de las regiones frontal y esfenoparietal.

En el ser vivo, el seno cavernoso aparece esencialmente como un seno "orbitario". Se lo puede punzar a través de la fisura orbitaria superior. Dos de los estados patológicos que pueden afectarlo tienen manifestaciones orbitarias evidentes: el exoftalmos pulsátil (saliente pulsátil del globo ocular) denota una fístula entre la carótida interna y el seno cavernoso, y la trombosis del seno cavernoso origina edema ocular y orbitario, pues las venas faciales, vía de derivación anatómica, también suelen estar trombosadas.

Grupo lateral

Senos transverso y sigmoideo [seno lateral]

Estos senos venosos, el sigmoideo a continuación del transverso, son la vía de drenaje de la sangre venosa encefálica, orbitaria y del oído interno. Se continúan en el cuello por la vena yugular interna. Son senos pares, que frecuentemente difieren a la derecha y a la izquierda. Se extienden desde la protuberancia occipital interna hasta el foramen yugular.

Origen. El origen del primero de estos dos senos, el seno transverso, se halla a nivel de la protuberancia occipital interna, y continúa lateralmente a la confluencia de los senos, donde terminan el seno sagital superior, el seno recto y el seno occipital.

Asimétrico, su calibre es muy diferente; en general, el derecho es más grueso que el izquierdo.

Trayecto y relaciones. Se distinguen dos segmentos:

A. Seno transverso: se dirige hacia adelante y lateralmente (véanse **figs. 25-2**, **25-8** y **25-11**). Está contenido en la mi-

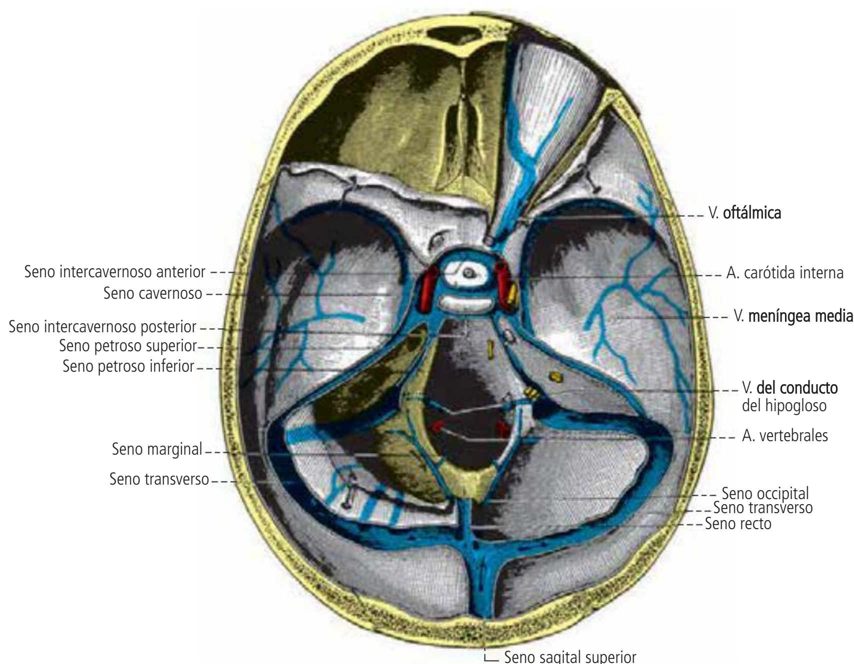


Fig. 25-11. Senos de la duramadre en la base del cráneo.

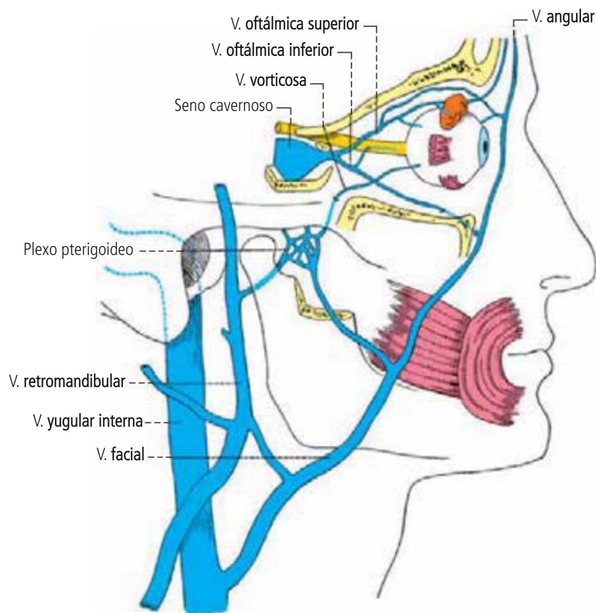


Fig. 25-12. Drenaje venoso de la órbita (esquema según Deodati).

tad posterior de la circunferencia mayor de la tienda del cerebelo, en el surco óseo correspondiente excavado en el hueso occipital. Contribuye a delimitar de manera periférica las fosas supratentorial e infratentorial del cráneo, con lo cual resulta difícil el abordaje quirúrgico simultáneo de ambas fosas. El seno transverso corresponde exteriormente a la línea nucal superior, que marca el límite entre la nuca (muscular) y el cráneo (óseo). El seno se relaciona, por arriba, con el lóbulo occipital del cerebro y, por abajo, con los hemisferios cerebelosos (véase **fig. 25-8**). El seno transverso se continúa en la cara endocraneal, describiendo un giro en ángulo recto, con el seno sigmoideo.

B. Seno sigmoideo (**fig. 25-11**): situado en la cara endocraneal del proceso mastoides, donde excava un surco y desciende verticalmente. Por su cara lateral se relaciona con el antro mastoideo y las celdas que lo rodean. El seno contacta con el occipital, donde describe una curva cóncava hacia adelante y lateral, que lo conduce hasta el foramen yugular. El seno se ubica en la pared lateral e inferior de la fosa craneal posterior de la base del cráneo, en relación con el hemisferio cerebeloso correspondiente por intermedio de los espacios subaracnoideos. Cerca de su terminación encuentra a los nervios craneales que junto con él pasan por el foramen yugular (nervios glosofaríngeo, vago y accesorio).

Afluentes. Los senos transverso y sigmoideo reciben durante su trayecto venas cerebrales posteroinferiores, venas cerebelosas posterosuperiores, seno petroso superior, que termina a nivel del ángulo mastoideo, donde cambia de dirección, seno occipital posterior, y vena emisaria condílea. Por último, la vena emisaria mastoidea entra (o sale) del cráneo por un foramen situado en la parte posterior del proceso mastoides. En cuanto al seno petroso inferior, termina directamente en la vena yugular interna por fuera del cráneo. La vena emisaria mastoidea y las venas emisarias condíleas constituyen vías anastomóticas con las venas extracraneales.

En el ser vivo. Los senos transverso y sigmoideo son la vía principal de drenaje de la sangre venosa del encéfalo. Constituyen un obstáculo para el abordaje amplio de las regiones posteriores del cerebelo y del cerebro. Están amenazados por trombosis en las infecciones del oído medio (mastoiditis). Sus relaciones con la cara profunda del antro constituyen un peligro durante las trepanaciones mastoideas, en especial cuando el seno hace saliente en la mastoides (seno procidente). En las angiografías cerebrales aparecen en el tiempo venoso de la inyección.

Anastomosis con las redes venosas intracraneales y extracraneales. Son numerosas y permiten la ligadura, aun bilateral, de la vena yugular interna, al parecer, sin comprometer en grado sumo la circulación venosa cerebral. Utilizan las siguientes vías:

- Hacia las venas del cuero cabelludo, por las venas del diploe, las venas parietales (seno sagital superior) y la vena emisaria mastoidea (seno sigmoideo).
- Hacia la vena facial, por el seno cavernoso y la vena oftálmica.
- Hacia las venas del plexo pterigoideo y la yugular externa, por las venas emisarias del seno cavernoso (**fig. 25-12**).
- Hacia los plexos vertebrales (vía de considerable valor funcional) por las venas del plexo venoso del conducto (canal) del hipogloso y la vena emisaria condílea, el seno occipital posterior y el seno sigmoideo.
- Hacia la vena yugular interna, por el seno venoso petroso inferior.

CELDAS INTRACRANEALES

La tienda del cerebelo o tentorio divide a la cavidad craneal en dos partes, supratentorial e infratentorial, objetivadas por la

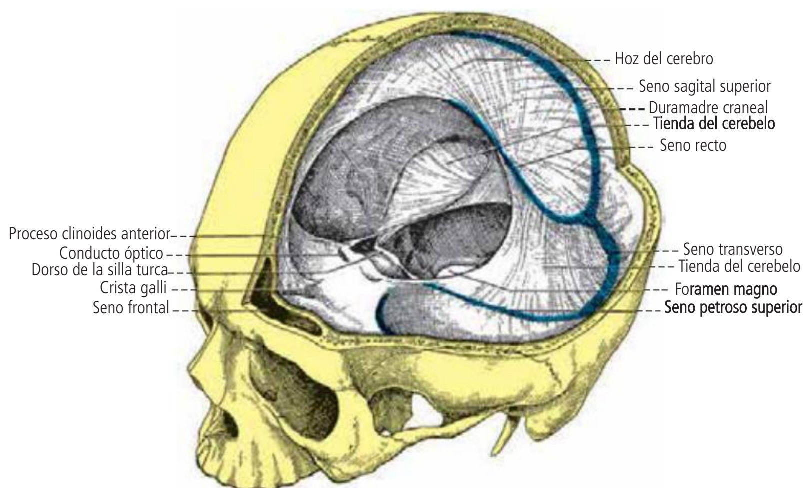


Fig. 25-13. Tabicamiento de la caja craneal por las expansiones de la duramadre, vista anterolateral izquierda.

celda (compartimento) cerebral y la cerebelosa. El diafragma selar [tienda de la hipófisis] aísla a la celda hipofisaria (**fig. 25-13**).

Celda cerebral

Su techo está formado por la calvaria tapizada por la duramadre. Su base comprende tres sectores, que se corresponden con las fosas craneales:

A. Anterior (techo de la órbita), donde se aplica el lóbulo frontal.
B. Medio, comprendido entre el borde posterior de las alas menores del esfenoides y el borde superior de la porción petrosa del temporal, ocupada por el lóbulo temporal.
C. Posterior, por detrás de los bordes superiores de la porción petrosa del temporal, formado por la tienda del cerebelo, sobre la que se aplica el lóbulo occipital.

La hoz del cerebro, dispuesta sagitalmente entre ambos hemisferios, divide esta celda en dos partes, cada una de ellas ocupada por un hemisferio, pero ambas se comunican entre sí por debajo de la hoz.

Celda cerebelosa

Su techo está formado por la cara inferior de la tienda del cerebelo. En su parte anterior y media presenta un amplio orificio, por el que pasa el istmo del encéfalo: la incisura de la tienda del cerebelo. Su piso está representado por la concavidad de las fosas cerebelosas, donde se alojan los hemisferios cerebelosos. En el plano mediano desciende hacia el foramen magno, donde la celda se comunica con el conducto (canal) vertebral.

Comunicaciones. Como se ha visto, las celdas se comunican entre sí. Estas comunicaciones son anatómicas, dado que las utilizan las formaciones nerviosas (comisuras interhemisféricas, istmo del encéfalo) y vasculares (arterias y venas). También son funcionales debido a la libre circulación del líquido cerebroespinal, que puede pasar de una celda a otra. Pero también son bastante independientes, con paredes inextensibles que no se pueden reclinar, y cada una de ellas exige un abordaje particular que requiere una localización preoperatoria precisa de la lesión a extirpar o tratar.

Celda hipofisaria

Es una formación que se encuentra en la fosa media de la base del cráneo. Está cerrada por el diafragma selar [tienda de la hipófisis], pero se comunica con la región de la base del cerebro por medio del infundíbulo del hipotálamo.

VASOS Y NERVIOS DE LA DURAMADRE

Arterias

Las arterias de la duramadre, o arterias meníngeas, son anteriores, posteriores y media.

Arterias anteriores y posteriores

Las arterias anteriores provienen de la arteria etmoidal anterior, y las posteriores, de las ramas meníngeas arteriales de la vertebral. Son pequeñas y de calibre similar a la arteria pterigomeníngea, que acompaña al nervio mandibular en el foramen oval, rama de la arteria maxilar.

Arteria meníngea media

Es la única que ofrece interés práctico. Es una rama colateral de la arteria maxilar (**fig. 25-14**). Originada en la región infratemporal, habitualmente atraviesa un ojal del nervio auriculotemporal y entra en el cráneo por el foramen espinoso.

En el cráneo se dirige lateralmente en forma ascendente, adosada a la capa externa de la duramadre en el tejido conectivo de la "zona decolable" (véase **fig. 25-1**), pero es solidaria de la duramadre y se separa junto con ella del plano óseo. A unos 2 cm del foramen espinoso, se divide en una rama anterior y una rama

posterior que, con sus ramificaciones, cubren toda la capa lateral de la duramadre de la bóveda del cráneo. Esta arteria y sus ramas imprimen su recorrido en el plano óseo, en forma de surcos visibles en la cara profunda de los huesos temporal y parietal, especialmente (comparable a las nervaduras de una hoja de higuera). Se ha visto que las efracciones o rupturas de la arteria meníngea media o de sus ramas en fracturas del cráneo pueden ser el origen de derrames sanguíneos extradurales traumáticos, que se producen en la "zona decolable". Estas arterias están acompañadas por sus venas satélites.

Venas

Como las arterias, se sitúan en la capa externa de la duramadre. Algunas de ellas son satélites de las arterias; otras circulan en forma aislada y se vierten, sea en los senos de la duramadre o bien en los plexos orificiales (foramen oval, foramen magno, etc.). Otras terminan en dilataciones venosas adyacentes a un seno mayor, sobre todo al sagital superior.

Nervios

La duramadre es muy sensible. Recibe nervios anteriores (ramos etmoidales del nervio nasociliar), laterales (nervio maxilar) y posteriores (ramo tentorial procedente del nervio oftálmico, antes de entrar en la órbita), ramos meníngeos del nervio vago y del nervio hipogloso.

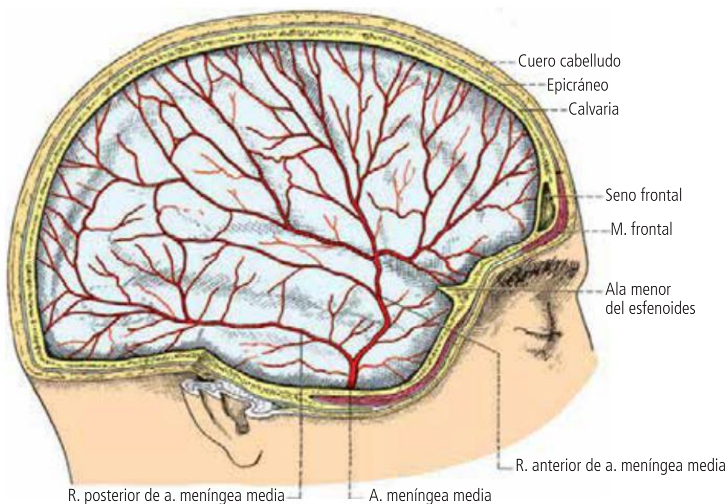


Fig. 25-14. **Arteria meníngea media y sus ramas.**

Aracnoides. Espacios subaracnoideos

Bichat consideraba a la aracnoides como una serosa donde la lámina externa tapizaba la capa profunda de la duramadre y la lámina interna se adhería a la piamadre, y ambas estaban separadas por una cavidad tabicada. En la actualidad se acepta que las meninges blandas o leptomeninges comprenden, de la periferia a la profundidad: la aracnoides, que tapiza la duramadre; los espacios subaracnoideos, donde circula el líquido cerebroespinal [cefalorraquídeo] y la piamadre (**fig. 25-15**).

ARACNOIDES

Es una lámina conectiva, constituida por células propias, los meningoblastos, que se adhiere a la capa profunda de la duramadre y a sus prolongaciones extracraneales. Está comprendida entre la duramadre y la piamadre.

CAVIDADES O ESPACIOS SUBARACNOIDEOS

Se interponen entre la aracnoides y la piamadre. Están ocupados por un tejido formado por trabéculas conectivas muy delgadas con aspecto de filamentos o laminillas, que se condensan alrededor de los vasos y de los nervios que van de la aracnoides del encéfalo a la duramadre o a los forámenes de la base del cráneo. La amplitud de esos espacios varía; en efecto, el tejido suba-

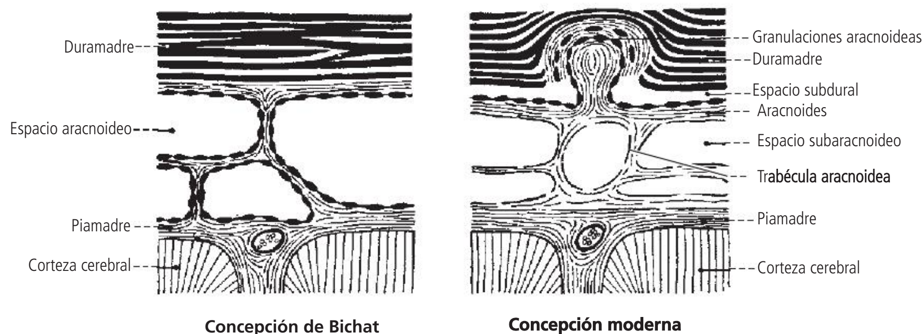


Fig. 25-15. Esquema de la constitución de las meninges (Martin y Dechaume).

racnoideo no sigue en todas partes a la piamadre, pasa como un puente de un punto a otro del encéfalo. Esta disposición origina espacios más amplios: las **cisternas subaracnoideas**, alimentadas y reunidas por zonas estrechas. Se pueden diferenciar las cisternas de la celda cerebral y de la celda cerebelosa.

Cisternas de la celda cerebral

Se encuentran en la cara inferior del cerebro y son alimentadas por las corrientes de la cara lateral de los hemisferios que constituyen la corriente central, lateral y temporal superior, y por la corriente pericallosa, de la cara medial de los hemisferios (**fig. 25-16**). Estas corrientes se colectan en tres cisternas, que son, de adelante hacia atrás:

A. Cisterna quiasmática: interpuesta entre el quiasma óptico por abajo y la fisura longitudinal del cerebro [espacio interhemisférico] y la rodilla del cuerpo calloso por arriba. Es mediana y cubre la parte anterior del diafragma selar [tienda de la hipófisis]. Se comunica abajo con la cisterna interpeduncular; arriba, con la **cisterna de la lámina terminal**, que comunica arriba con la **cisterna pericallosa** y abajo con la cisterna quiasmática; lateralmente, con las **cisternas de las fosas cerebrales laterales**.

B. Cisterna interpeduncular: está situada en la parte central de la base del encéfalo. Limitada, adelante, por el quiasma óptico; atrás, por la cara anterior del puente y del mesencéfalo; abajo, por la aracnoides, que se extiende en puente entre los dos lóbulos temporales. Contiene a las arterias carótidas in-

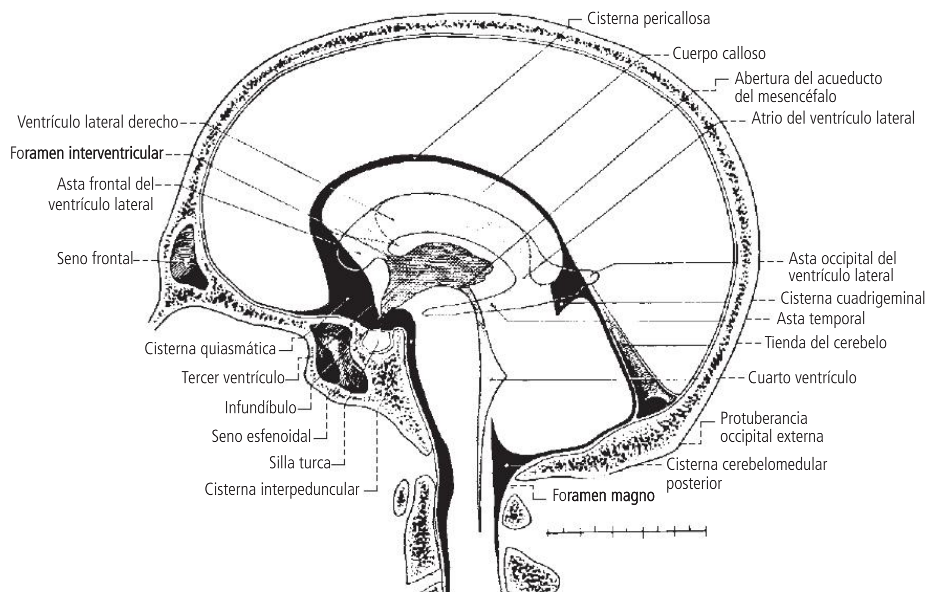


Fig. 25-16. Corte sagital esquemático que muestra la disposición de las cisternas (en negro) y de las cavidades ventriculares (en punteado) (Clavel y M. Latarjet).

ternas a nivel de su división y a las comunicantes posteriores. Comunica, hacia arriba, con la **cisterna quiasmática**; abajo, con la **cisterna pontocerebelosa**, y lateralmente, con la **cisterna de la fosa lateral**.

C. Cisterna cuadrigeminal [de la vena cerebral magna] profunda, situada entre el cerebro y el cerebelo. Limitada adelante por la glándula pineal y los colículos; arriba, por el esplenio del cuerpo calloso; abajo, por la cara superior del cerebelo y los pedúnculos cerebelosos superiores. Comunica con las **cisternas pericallosa** e **interpeduncular**. Contiene a la vena cerebral magna.

Cisternas de la celda cerebelosa

Son tres: superior, anterolateral e inferior.

A. Cisterna cerebelosa superior: tiene una situación mediana por debajo de la tienda del cerebelo sobre el vermis superior. Se comunica ampliamente con la cisterna cuadrigeminal [de la vena cerebral magna].

B. Cisterna pontocerebelosa: se trata de un espacio único ubicado por detrás del esfenoides y de la cara subtentorial de la porción petrosa del temporal. Estrecha en el plano mediano, se ensancha lateralmente a nivel de los ángulos pontocerebelosos. Comunica, arriba, con la cisterna interpeduncular, abajo, con el espacio subaracnoideo, y atrás, con la cisterna cerebelomedular posterior [magna]. El espacio subaracnoideo está aquí atravesado por el nervio trigémino y por el grupo facial y vestibulococlear.

C. Cisterna cerebelomedular posterior [magna]: esta cisterna se encuentra entre la médula oblongada y el cerebelo, por detrás del foramen magno (**figs. 25-16** y **25-17**). Se comunica hacia abajo con los espacios vertebrales. Tiene forma romboidal y se afina hacia arriba entre los hemisferios cerebelosos. Se ensancha por debajo del foramen magno. Cuando se abre su pared posterior, se ven las amígdalas cerebelosas y, más adelante, la cara posterior del cuarto ventrículo. La cisterna cerebelomedular posterior se comunica con este ventrículo a través de la abertura mediana del cuarto ventrículo [agujero de Magendie]. A los lados, la arteria vertebral y las raíces espinales del nervio accesorio rodean la parte inicial del ligamento dentado.

Granulaciones aracnoideas [de Pacchioni]

Son corpúsculos que se desarrollan en la pared osteodural de la calvaria a partir de la aracnoides (**fig. 25-18**). Se las encuentra sobre todo a lo largo del seno sagital superior; también, cerca del seno transverso, del seno recto, de la confluencia de los senos, etcétera.

Están formadas por brotes de tejido subaracnoideo que hacen saliente en la luz de los senos venosos, en aquellos puntos donde la pared, constituida por duramadre, está muy adelgazada. Cada granulación posee un pedículo que se vuelve más estrecho en el curso de la vida. Estas granulaciones tienen acción en la reabsorción del líquido cerebroespinal por la vía de los senos venosos.

Anatomía funcional. Líquido cerebroespinal [cefalorraquídeo]

El líquido cerebroespinal es un líquido claro ("cristal de roca"), contenido en los ventrículos encefálicos y en los espacios subaracnoideos, craneales o medulares.

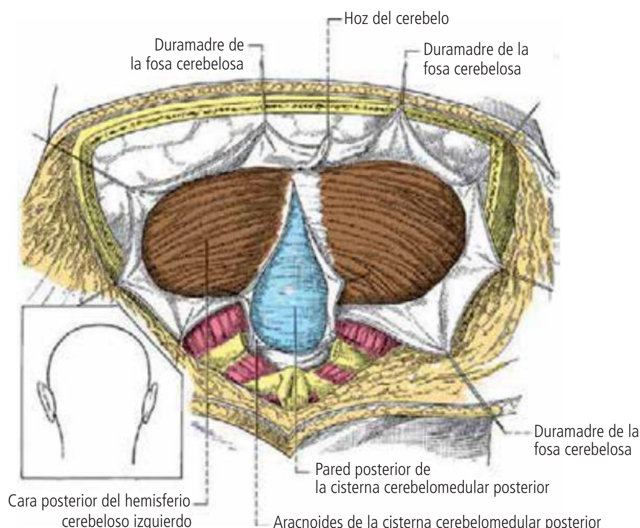


Fig. 25-17. **Cisterna cerebelomedular posterior [magna], vista por atrás, a través de una apertura ósea. La duramadre se ha incidido con precaución y la aracnoides está intacta.**

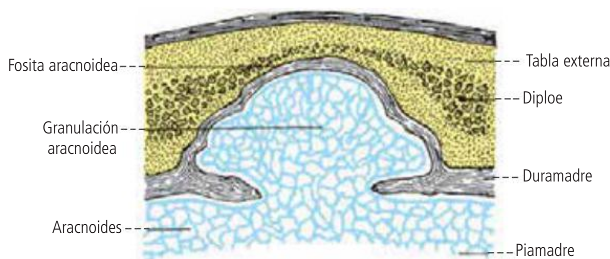


Fig. 25-18. Corte esquemático de una granulación aracnoidea (según Paturet).

Origen y circulación. Circula por los ventrículos y por los espacios subaracnoideos.

Se origina por un proceso de filtración a través de la membrana ependimaria de los ventrículos, a partir de plexos coroideos (**fig. 25-18**).

Sale de los ventrículos por las aberturas lateral [de Luschka] y mediana [de Magendie], situadas en la tela coroidea del cuarto ventrículo.

Se dirige por el conjunto de los espacios subaracnoideos, donde circula bajo la influencia del peso, de las pulsaciones de la masa encefálica, así como de la presión suscitada por su secreción.

En los espacios subaracnoideos existe una presión de 20 a 30 cm de agua. Esta se modifica por la altitud, el esfuerzo, la ventilación, la presión venosa, etcétera.

El líquido cerebroespinal es reabsorbido por el sistema venoso, a nivel de las granulaciones aracnoideas [de Pacchioni]. Se estima que también filtra a lo largo de las vainas de los nervios craneales y espinales.

Esta circulación puede ser perturbada por obstáculos surgidos en sus vías de circulación como bloqueos intraventriculares (p. ej., a nivel del foramen interventricular o del acueducto mesencefálico), que llevan a la distensión de los ventrículos cere-

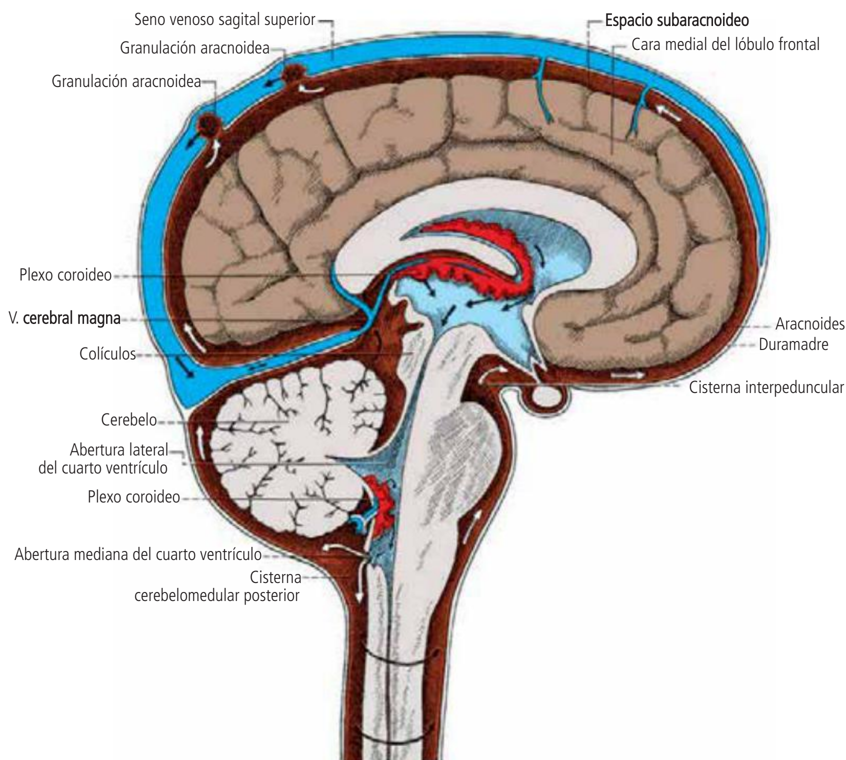


Fig. 25-19. Circulación del líquido cerebroespinal alrededor del encéfalo y en los ventrículos (según Netter).

brales, y bloqueos extraventriculares, a nivel de la incisura de la tienda y, en especial, del foramen magno por "enclavamiento" de las amígdalas cerebelosas en este foramen. Este estado crea una hipertensión intracraneal que el edema cerebral, al reducir las dimensiones del espacio subaracnoideo, agrava de modo considerable.

Acciones del líquido cerebroespinal. Se las puede esquematizar de la siguiente manera:

- Constituye una protección alrededor del neuroeje durante los movimientos de la cabeza y del tronco. Protege la sustancia nerviosa, actuando como amortiguador en el interior de la caja osteodural rígida. Por su situación alrededor del neuroeje, el líquido cerebroespinal experimenta los mismos traumatismos que aquel. Recoge la sangre vertida por los desgarros vasculares, sean estos difusos (hemorragia meníngea) o tabicados (hematomas subdurales).
- Establece un equilibrio osmótico con los capilares y favorece la nutrición del tejido nervioso. También contribuye a la eliminación de ciertos productos de desintegración y degradación o metabolización de neurotransmisores.

Exploración in vivo. Por ser testigo de las condiciones biológicas e hidrodinámicas en las que se halla el neuroeje, con frecuencia se extrae el líquido cerebroespinal para obtener datos de valor clínico.

La punción lumbar permite extraerlo para efectuar análisis fisicoquímicos y microbiológicos, introducir en los espacios subaracnoideos sustancias terapéuticas o analgésicas (anestesia espinal); introducir sustancias de contraste (aire, productos opacos a los rayos X), para la exploración radiológica. Al punzar el espacio subaracnoideo también se mide la presión de apertura del mismo.

La punción ventricular necesita una trepanación y referencias muy precisas. Tiene, en especial, un objetivo de exploración radiológica (ventriculografía).

La punción suboccipital (sobre el arco posterior del atlas) es delicada debido a la proximidad de la médula oblongada. Solo se practica en condiciones bien precisas.

Piamadre encefálica

La piamadre es la más profunda de las envolturas. Es una membrana delgada. Se encuentra en relación inmediata con las arterias y las venas del encéfalo. Recubre como una delgada hoja la superficie del encéfalo y se prolonga sobre los nervios craneales, en su trayecto intracraneal.

LÁMINA INTERNA

A nivel del cerebro. Tapiza la cara superficial de los hemisferios, penetra en las fisuras o surcos y en su fondo se refleja para volver a la superficie. Se insinúa en la parte media de la fisura transversa del cerebro, para formar la tela coroidea del tercer ventrículo, y a nivel del surco coroideo se insinúa en el asta temporal del ventrículo lateral.

A nivel del cerebelo. Penetra menos profundamente, debido a que los surcos son menos profundos y, además, más estrechos, y no penetra hasta el fondo de los surcos más pequeños.

A nivel del tronco encefálico. Es más delgada, pero más adherente en razón de lo breve del trayecto de las arterias que penetran aquí en la sustancia nerviosa. Se ha visto cómo la piamadre se insinúa entre el cerebelo y el tronco encefálico para formar la tela coroidea del cuarto ventrículo, cuya pared posterior contribuye a formar (véase **fig. 24-58**). A nivel de esas telas coroideas, la piamadre da apoyo a los plexos coroideos.

LÁMINA EXTERNA

Está en relación con la aracnoides y los espacios subaracnoideos, y, por lo tanto, en contacto con el líquido cerebroespinal.

Véase **Caso clínico:** *Hematoma extradural*

Vascularización del encéfalo

26

Se estudiarán solo las arterias y las venas. En efecto, no existen linfáticos en el sistema nervioso central.

Arterias

La irrigación del encéfalo está dada por las arterias **carótidas internas**, derecha e izquierda, y las **arterias vertebrales**, derecha e izquierda. Las arterias carótidas internas son ramas de bifurcación de las arterias carótidas comunes que se originan: la derecha en el tronco braquiocefálico y la izquierda en el arco aórtico. Las arterias vertebrales derecha e izquierda son ramas de las arterias subclavias derecha e izquierda, respectivamente (**fig. 26-1**). Las arterias carótidas internas ingresan en el cráneo por el orificio externo de cada conducto carotídeo derecho e izquierdo y las arterias vertebrales lo hacen por el foramen magno. Una vez en el interior del cráneo las arterias vertebrales se unen en el plano mediano, entre el clivus y el puente, y forman la **arteria basilar** (**fig. 26-3**).

Estas fuentes de aporte están conectadas entre sí formando un circuito anastomótico situado en la base del cerebro, conocido con el nombre de **círculo arterial cerebral**. Representa un dispositivo de seguridad que no tiene equivalente en ningún otro órgano de la economía.

Se pueden reconocer así dos sistemas de aporte: el sistema de la carótida interna y el sistema vertebrobasilar.

SISTEMA DE LA ARTERIA CARÓTIDA INTERNA

La **arteria carótida interna**, luego de su porción cavernosa, emerge lateral al nervio óptico y a la pared superior del seno cavernoso, y medial al proceso clinoides anterior. La carótida interna da la arteria oftálmica y luego emite cuatro ramas divergentes:

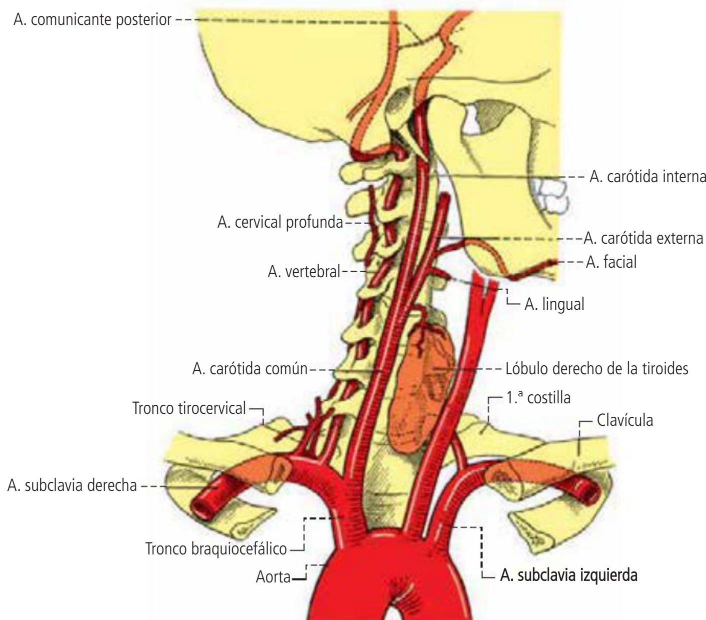


Fig. 26-1. **Arterias vertebral y carótida derechas, vista anterolateral derecha.**

A. La **arteria cerebral anterior**, que se dirige hacia adelante y forma parte del círculo arterial cerebral.
B. La **arteria cerebral media**, que se dirige al surco lateral del hemisferio cerebral.
C. La **arteria coroidea anterior**, que se dirige hacia atrás, en la fisura transversa del cerebro.
D. La **arteria comunicante posterior**, que sigue la base del cerebro y forma uno de los límites del círculo arterial cerebral.

Esta ramificación ocupa la cisterna quiasmática, arriba y adelante de la celda hipofisaria (**fig. 26-2**).

SISTEMA VERTEBROBASILAR

Cada arteria vertebral penetra en el cráneo por el foramen magno y contornea el tronco encefálico. Situadas a los lados de la médula oblongada, convergen hacia arriba para reunirse delante del puente formando la arteria basilar (**fig. 26-3**). Esta asciende por delante del puente y por detrás del clivus del occipital. Llega al borde superior del puente a nivel de la sustancia perforada posterior y termina bifurcándose en las arterias cerebrales posteriores derecha e izquierda, que se separan prácticamente en ángulo recto. Antes de participar en la irrigación del cerebro, la arteria vertebral de cada lado y la arteria basilar originan numerosas ramas colaterales para la médula oblongada, el puente, el mesencéfalo y el cerebelo. Se distinguen, para cada uno de ellos, tres grupos de arterias: paramediales, cortas y largas.

Arterias paramediales

Son numerosas y forman varios grupos (**figs. 26-3** a **26-5**).

– **De la médula oblongada:** proceden de la terminación de las arterias vertebrales y del origen de la arteria basilar. Son cortas y penetran casi inmediatamente en el neuroeje. Se distinguen dos grupos:

  A. Grupo inferior: se origina en las ramas espinales anteriores procedentes de la arteria vertebral.
  B. Grupo superior: proviene de la terminación de las arterias vertebrales y del origen de la arteria basilar.

– **Pontinas:** nacen de la cara posterior de la arteria basilar. Numerosas, delgadas y de trayecto corto, se dividen en muchas ramas secundarias que se profundizan tanto más cerca del plano mediano cuanto más cerca se hallan del surco medulopontino, estando a nivel del foramen ciego de este surco, casi en el plano mediano.
– **Mesencefálicas:** forman parte del pedículo retromamilar del hipotálamo, que nace de la terminación de la arteria basilar y del origen de las arterias cerebrales posteriores.

Todas estas arterias son de pequeño calibre y penetran directamente de adelante hacia atrás en el tronco encefálico, más o menos profundamente.

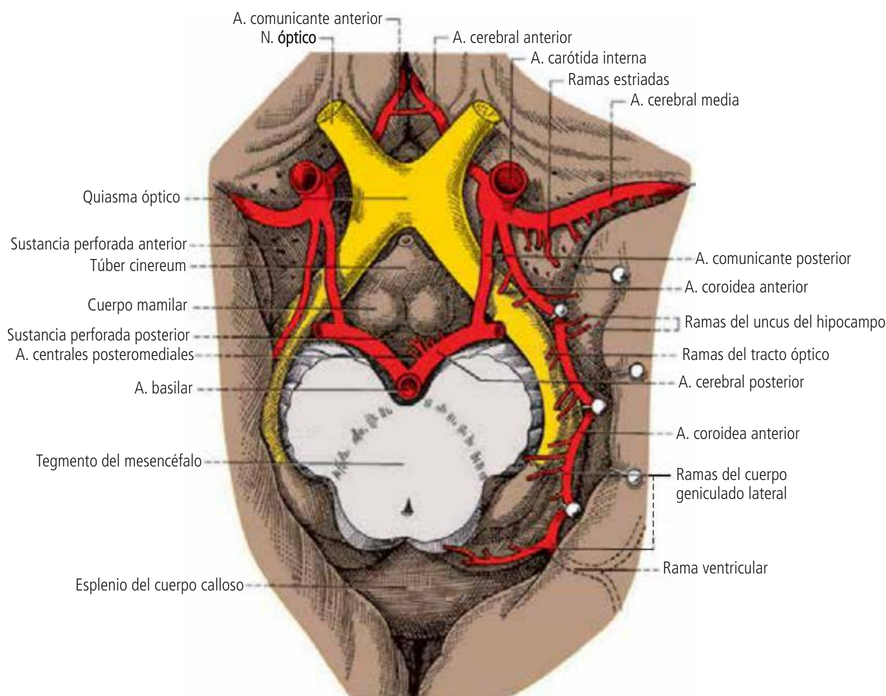


Fig. 26-2. Círculo arterial cerebral.

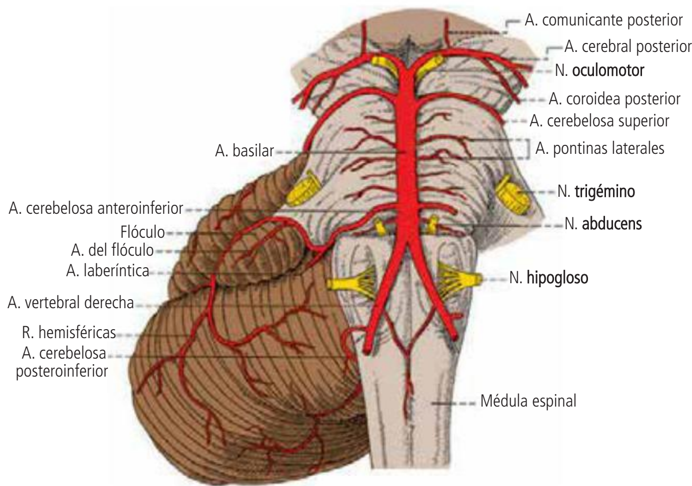


Fig. 26-3. Arterias del rombencéfalo, vista anterior.

Arterias cortas

Son arterias dispuestas transversalmente, que se caracterizan por presentar un trayecto bastante corto (**figs. 26-3** y **26-4**).

– **De la médula oblongada:** una arteria es bastante constante, la del receso lateral del cuarto ventrículo. Nace de la arteria basilar cerca de su origen, desciende lateralmente, cruza el surco medulopontino y llega al receso lateral del cuarto ventrículo. En su trayecto da ramas a la oliva inferior de la médula oblongada y a los filetes de origen de los nervios craneales. Ramas cortas provenientes de la arteria cerebelosa posteroinferior se dirigen hacia la parte lateral e inferior de la médula oblongada por debajo de los vasos precedentes.
– **Pontinas:** nacen en las caras laterales de la arteria basilar; irrigan la cara anterior y lateral del puente, el pedúnculo cerebeloso medio y la emergencia de los nervios craneales del surco medulopontino (nervio oculomotor, nervio facial y nervio vestibulococlear), así como el origen del trigémino.
– **Mesencefálicas:** de pequeño calibre y cortas, penetran en la cara anterolateral de los pedúnculos.

Arterias largas

Son las tres arterias cerebelosas que vascularizan parte del tronco encefálico (**figs. 26-3** y **26-4**).

Arteria cerebelosa posteroinferior

Es una colateral de la arteria vertebral en su porción terminal, cara lateral (**fig. 26-4**). Muy sinuosa, describe varias flexuosidades pasando por detrás de las raíces del nervio hipogloso, luego

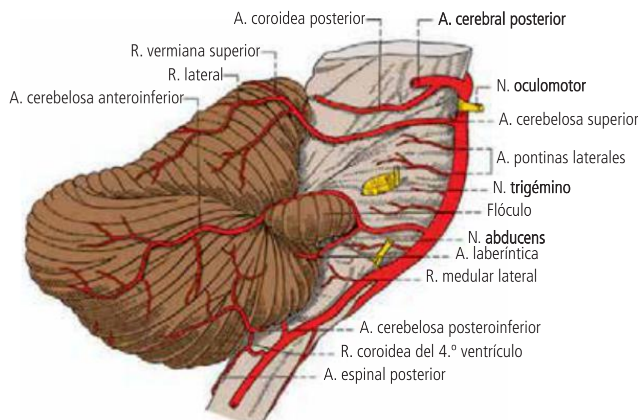


Fig. 26-4. Arterias del rombencéfalo, vista lateral derecha (según Paturet).

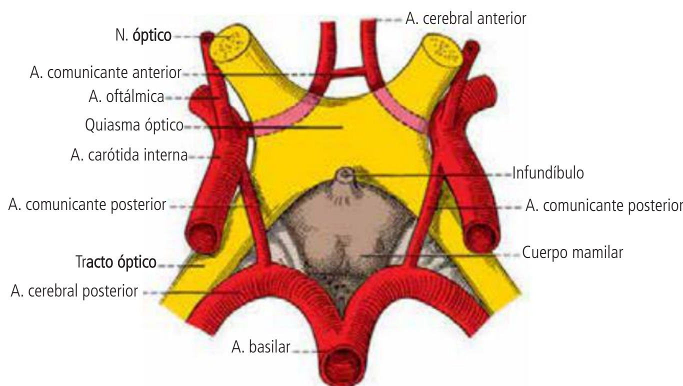


Fig. 26-5. Cara inferior del círculo arterial cerebral y del quiasma óptico (según Favory).

transcurre por la cara lateral de la médula oblongada y por la cara inferior de la amígdala cerebelosa, situándose entre esta y la médula oblongada. Termina en una rama medial que se dirige hacia el vermis inferior y una rama lateral que irriga la parte posterior e inferior del hemisferio cerebeloso y de la amígdala cerebelosa. Vasculariza además la parte lateral de la médula oblongada, el pedúnculo cerebeloso inferior y las partes adyacentes del cuarto ventrículo.

Arteria cerebelosa anteroinferior

Se origina en el tercio medio de la arteria basilar, en su cara lateral (**fig. 26-3**). Describe un asa de concavidad superior y asciende hacia el flóculo, pasando por debajo del nervio trigémino. Se relaciona con los nervios vestibulococlear y facial; a una distancia variable del conducto auditivo interno, cruza estos elementos de adelante hacia atrás originando la **arteria laberíntica**.

La arteria cerebelosa anteroinferior da, además, ramas al puente (caras anterior y lateral) y al hemisferio cerebeloso.

Arteria cerebelosa superior

Nace de la arteria basilar inmediatamente antes de su terminación, describe una curva cóncava hacia arriba y atrás, pasando por debajo del nervio oculomotor y por encima del nervio trigémino (**fig. 26-4**). La arteria transcurre en el surco que separa el mesencéfalo del cerebelo. En la profundidad de este surco origina arterias: unas ascendentes, para los colículos y el velo medular superior, y otras que se profundizan y penetran en la sustancia blanca e irrigan los núcleos del cerebelo. La arteria situada en el surco continúa hacia atrás hacia la línea mediana. Después de contornear el pedúnculo cerebeloso superior, al que irriga a su paso, y siguiendo la cara superior del pedúnculo, termina irrigando el vermis superior y se distribuye en la cara superior del hemisferio cerebeloso, al que cubre con una rica red vascular.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE AMBOS SISTEMAS

Todas estas arterias se relacionan con la piamadre.

La red cerebelosa está ampliamente anastomosada; ninguna de las tres arterias cerebelosas es terminal.

Solo la médula oblongada y el puente disponen de ramas paramedianas y cortas.

El mesencéfalo recibe ramas paramedianas, y además ramas provenientes de la arteria cerebelosa superior, así como de la cerebral posterior y de la coroidea anterior.

CÍRCULO ARTERIAL CEREBRAL [POLÍGONO DE WILLIS]

Esta disposición vascular se origina a partir de tres pilares vasculares: adelante, las dos arterias carótidas internas, y atrás, la arteria basilar. Cada pilar arterial aporta una arteria cerebral a la formación del círculo arterial cerebral. De cada uno de los pilares anteriores proviene una cerebral anterior, mientras que del pilar posterior provienen las cerebrales posteriores. Las tres arterias comunicantes, una anterior, extendida entre las dos arterias cerebrales anteriores, y dos laterales, una a cada lado, uniendo el pilar carotídeo a la arteria cerebral posterior de cada lado, configuran el círculo arterial cerebral (**figs. 26-2** y **26-5**).

Los lados del **círculo arterial** están constituidos:

- **Atrás**, por la bifurcación de la **arteria basilar** y las dos **arterias cerebrales posteriores** hasta la salida de las comunicantes posteriores.
- **A los lados**, por las **comunicantes posteriores** que unen la carótida interna a la cerebral posterior.
- **Adelante**, por las **cerebrales anteriores** hasta el lugar en que la **comunicante anterior** une a ambas.

La existencia de las arterias comunicantes, de calibre semejante al de las arterias originadas en los pilares, crea el círculo arterial interdependiente; si una de las comunicantes es hipoplásica o de calibre filiforme, los pilares que une son independientes. Un pilar carotídeo puede extender su territorio en dirección anterior; la existencia de una arteria comunicante anterior bien desarrollada permite anexar a una arteria cerebral el territorio opuesto. En este caso se trata de un pilar dominante. Una comunicante posterior muy desarrollada puede anexar el territorio de la cerebral posterior y dominar así el pilar posterior, que pasa a ser un pilar dominado. El pilar posterior rara vez es

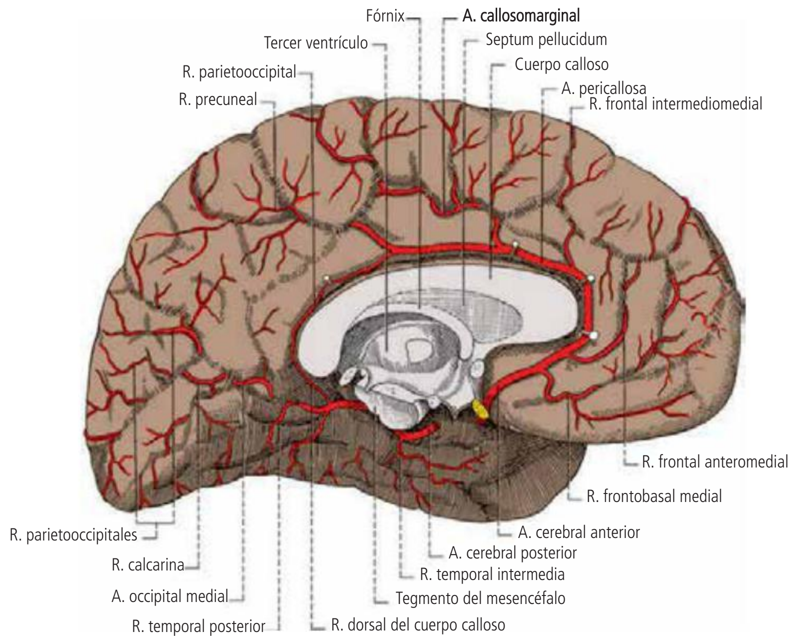


Fig. 26-6. Circulación arterial del cerebro, arterias de la cara medial del hemisferio izquierdo.

dominante; solo en forma excepcional extiende su territorio funcional.

Cuando las tres arterias comunicantes son hipoplásicas, el círculo arterial es precario y está constituido por pilares autónomos.

El círculo arterial cerebral está situado en el espacio subaracnoideo de la base del cerebro (cisterna quiasmática, adelante, cisterna interpeduncular, al medio, y luego la cisterna ambiens, atrás). Se ubica a los lados, debajo y detrás del quiasma óptico (**fig. 26-2**). Se encuentra por detrás y lateralmente a los cuerpos mamilares y al hipotálamo en la base del cerebro, por encima de la silla turca.

Del círculo arterial, o de los pilares que lo constituyen, se originan ramas para el cerebro, que pueden dividirse en: arterias superficiales o de los giros, arterias profundas o centrales para los núcleos basales, arterias ventriculares destinadas sobre todo a los plexos coroideos, y arterias basales. La distribución de estas arterias permite precisar el territorio de cada una de ellas.

Arterias superficiales o de los giros

Provienen en esencia de las tres arterias cerebrales (anterior, media y posterior), y accesoriamente, de la coroidea anterior.

Arteria cerebral anterior

Se origina de la cara anteromedial de la arteria carótida interna (**figs. 26-2** y **26-6**). Se dirige hacia adelante y medialmente hacia la fisura longitudinal del cerebro, pasando por encima del nervio óptico. Se aplica a la rodilla del cuerpo calloso, describiendo una curva cóncava hacia atrás, y, en contacto con el cuerpo calloso, se dirige hacia la región del esplenio para terminar como arteria pericallosa.

Las colaterales destinadas a la corteza cerebral se originan en la cara medial del hemisferio, en la convexidad de su trayecto; otras arterias de menor calibre nacen de la concavidad y se dirigen al cuerpo calloso.

Sus ramas colaterales son:

– Un **grupo frontopolar** con:

A. La **arteria frontobasal medial**: es la primera rama de la cerebral anterior después de la anastomosis con la comunicante anterior.
B. La **arteria del polo frontal**: nace por debajo de la rodilla del cuerpo calloso o frente a ella y vasculariza la parte medial anterior del lóbulo frontal.
C. La **arteria frontal anteromedial**: se origina delante de la rodilla del cuerpo calloso.

Este grupo vasculariza la parte medial de la cara orbitaria del lóbulo frontal y la cara medial del lóbulo frontal, la parte anterior del giro del cíngulo, así como el giro frontal superior en la cara medial del hemisferio, y, cruzando el borde de este, participa en la irrigación de la cara lateral de este giro.

– Un **grupo frontoparietal**, que comprende:

A. La **arteria frontal intermediomedial**: se origina a nivel de la parte anterior del cuerpo calloso, atraviesa el giro del cíngulo, penetra en el surco del cíngulo y cruza el borde

del hemisferio para terminar en la cara medial del giro frontal superior.

B. La **arteria callosomarginal**: nace por detrás de la precedente, cruza el giro del cíngulo y llega a la parte anterior del lobulillo paracentral, terminando en la cara lateral del hemisferio en la parte alta del giro precentral (área motora). Estas arterias, frontal intermediomedial y callosomarginal, pueden ser generadas por un tronco común.

C. La **arteria del lobullilo paracentral**: puede nacer de la arteria callosomarginal, cruza el borde superior del hemisferio y termina en la parte alta de los giros precentral y poscentral.

D. Las **arterias del lobulillo parietal superior** y **del lobulillo de la precuña**: se originan en la parte posterior del cuerpo calloso y vascularizan la parte medial del [lóbulo cuadrado] parietal superior y de la precuña; algunas ramas llegan al [lóbulo cuadrado] paracentral.

– Un **grupo arterial para el cuerpo calloso:** está formado por una serie de arterias que nacen de la concavidad de la cerebral anterior. La rama posterior, que sigue la dirección del tronco, es la arteria pericallosa. Esta vasculariza el esplenio del cuerpo calloso y se anastomosa a nivel de este con una rama de la arteria cerebral posterior, y con ramas de la coroidea posterior medial a nivel de la tela coroidea posterior.

Las variaciones de esta disposición arterial son numerosas.

Anastomosis. Además de la arteria comunicante anterior que la une a su homóloga opuesta, existen anastomosis en la red leptomeníngea con ramas de la cerebral media en la cara lateral del hemisferio y con la cerebral posterior (en la región del esplenio del cuerpo calloso).

Arteria cerebral media [silviana]

Nace de la carótida interna pero no participa en la constitución de los límites del círculo arterial cerebral (**figs. 26-2**, **26-7** y **26-8**). Su origen se sitúa por encima del de la coroidea anterior y de la comunicante posterior, que nacen de la cara posterior de la carótida interna. Por su calibre es la más voluminosa de las arterias cerebrales, y por su dirección, parece continuar a la carótida interna (**fig. 26-2**). Penetra en el surco lateral a nivel de la sustancia perforada anterior y se dirige lateralmente en un trayecto muy sinuoso. En el borde inferolateral del hemisferio se dirige hacia arriba y atrás, cruzando el limen de la ínsula, donde se divide en dos ramas, o bien puede existir como tronco único del cual se originan sus colaterales (**fig. 26-2**). La arteria se acoda en el limen del lóbulo de la ínsula y se dirige hacia atrás, arriba y lateralmente. La arteria y sus ramas se aplican a los giros de la ínsula. Las ramas arteriales se dividen en:

– **Superiores** (frontoparietales) (**fig. 26-7**), que describen una doble curva, primero en el borde insular superior y luego en el borde superior del surco.
– **Inferiores** (temporales), que cruzan el opérculo temporal, describiendo una curva de concavidad inferior.

Todas estas arterias presentan un origen variable y pueden originarse en un tronco común. En general, llevan el nombre de los surcos que ocupan.

Ramas superiores (**figs. 26-7** y **26-8**). Son frontales y parietales; pueden nacer independientemente o por un tronco común. Se distinguen:

– La **arteria frontobasal lateral**: se dirige hacia adelante, dividiéndose en ramas: prefrontal y frontal inferior, que irriga la parte lateral de la cara orbitaria del lóbulo frontal.
– La **arteria prefrontal**: puede originarse de la precedente. Nace a nivel de la parte opercular del giro frontal inferior y llega al surco frontal superior.
– La **arteria del surco precentral**: puede surgir de un tronco común con las frontales. Transcurre en la ínsula y aparece en el pie del giro precentral. Oblicua hacia arriba y adelante, penetra en el surco precentral, al que recorre sin llegar al borde superior del hemisferio.
– La **arteria del surco central**: de trayecto variable en la ínsula, se hace superficial a nivel del pie de los giros precentral y poscentral. Es frecuente observarla dividida, la anterior penetra en el surco precentral y la posterior describe un trayecto en la superficie del giro poscentral, sin llegar al borde superior del hemisferio.
– La **arteria del surco poscentral**: puede surgir de un tronco común con la precedente o con la siguiente; emerge del surco en el pie del giro poscentral. Transcurre en el segmento vertical del surco intraparietal, por el que continúa su rama de división anterior, mientras que la posterior penetra en el segmento horizontal del surco intraparietal.
– La **arteria parietal posterior**: emerge por la parte posterior y superior del surco lateral, contornea la parte superior del giro supramarginal y asciende hacia atrás.

Estas ramas superiores irrigan la región del surco central y los centros somatomotores y somatosensitivos que la ocupan.

Ramas inferiores (**figs. 26-7** y **26-8**). Están destinadas al lóbulo temporal, y en parte al occipital. Se describen:

– La **arteria del polo temporal**: nace de la arteria cerebral media antes de que penetre en la ínsula. Está destinada al polo temporal.
– La **arteria temporal anterior**: se origina en la arteria cerebral media, emerge por la parte anterior de la fosa lateral del cerebro para dirigirse a la cara anterior del giro temporal superior, y por sus últimas ramificaciones llega al surco temporal inferior.
– La **arteria temporal media**: es inconstante. Puede originarse de un tronco común con la precedente o con la siguiente. Emerge del surco lateral y se dirige hacia abajo y atrás, cruzando los giros y sus surcos para terminar cerca del borde inferior del lóbulo temporal.
– La **arteria temporal posterior**: desde su origen profundo se dirige hacia atrás y abajo, cruza los giros temporales para terminar en el surco temporal inferior, al cual puede exceder y llegar al borde inferior del hemisferio. Está destinada a la parte posterior de los giros temporales.

Estas arterias inferiores, a diferencia de las superiores, cruzan los surcos sin penetrar en ellos ni recorrerlos.

Ramas insulares. Son finas arterias originadas en el tronco de la arteria o de sus ramas. Estas arterias, después de irrigar la corteza de la ínsula, se profundizan y terminan en la cápsula extrema.

Rama terminal. Es la **arteria del giro angular**, que se extiende hasta el lóbulo occipital.

Anastomosis. Reúne, por un lado, las ramas de la arteria cerebral media entre sí, y por otro, sus ramas con los territorios vecinos, cerebral anterior arriba en la región del surco central, y cerebral posterior en la región del giro angular.

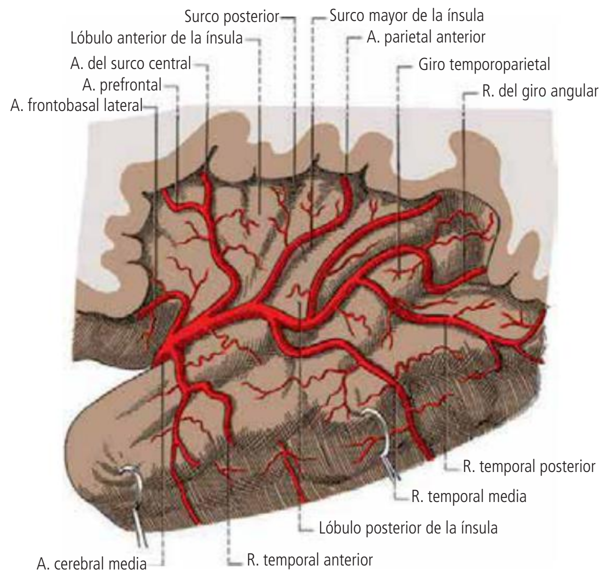


Fig. 26-7. Arteria cerebral media y sus ramas, en el lóbulo de la ínsula.

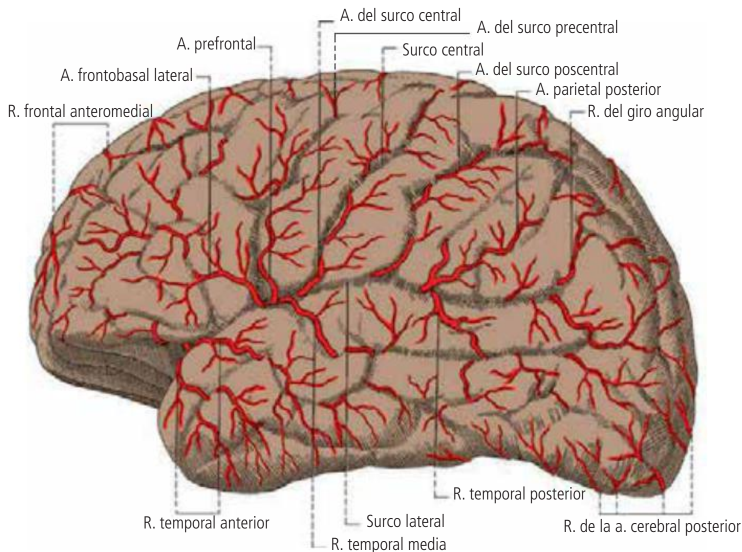


Fig. 26-8. Arterias de la cara lateral del hemisferio izquierdo.

Arteria cerebral posterior

Su origen corresponde a la terminación de la arteria basilar, a nivel de la fosa interpeduncular, donde se encuentra la sustancia perforada posterior (**fig. 26-2**). Desde aquí se dirige lateralmente y luego hacia atrás en la cara lateral del pedúnculo cerebral al que contornea (**fig. 26-9**), sigue el borde medial del hemisferio y termina invadiendo su cara medial en el lóbulo occipital, en la cuña.

Ramas colaterales. Estas son (**fig. 26-9**):

- **Ramas para el pedúnculo cerebral:** son pequeñas y múltiples.
- Las **arterias coliculares** [cuadrigéminas], en número de dos, una para cada colículo, pueden originarse en forma independiente o por un tronco común. Dispuestas en la cara lateral del mesencéfalo, la superior irriga al colículo superior y la inferior, al colículo inferior. En su trayecto da ramas al mesencéfalo.
- Las **arterias coroideas posteriores**: se originan después de las precedentes. Pueden ser únicas o dobles:

  A. La **coroidea posterior medial**: contornea la cara lateral del pedúnculo y se dirige arriba y atrás hacia el plano mediano, formando uno de los círculos perimesencefálicos. Describe una curva de concavidad anterior, penetra en la fisura transversa del cerebro, sigue el borde lateral de la glándula pineal, a la que da algunas ramas, así como al mesencéfalo, y termina en una rama para la tela coroidea superior y otra para los plexos coroideos del tercer ventrículo.

  B. La **coroidea posterior lateral**: sigue un trayecto similar, penetra en la tela coroidea superior y se anastomosa con la coroidea anterior.

- La **arteria occipital lateral**: da ramas que en número de tres se dirigen a irrigar el lóbulo temporal:

  A. Rama temporal anterior: es la más voluminosa; nace contra la cara lateral del pedúnculo cerebral; desde su origen se inclina hacia adelante y sigue un trayecto inverso al de la arteria cerebral posterior. Se sitúa en la cara inferior del lóbulo temporal y da ramas al giro lingual, al giro parahipocampal y a la parte anterior del giro temporal inferior.

  B. Rama temporal intermedia: de menor calibre, se origina por detrás de la anterior y se distribuye en la mitad inferior del lóbulo temporal.

  C. Rama temporal posterior.

- La **arteria occipital medial**: se dirige a la cara medial del hemisferio, dando las siguientes ramas:

  A. Arteria occipitotemporal.

  B. Arteria calcarina: representa la terminación de la arteria cerebral posterior; penetra en el surco calcarino y termina en el polo occipital (**figs. 26-6** y **26-9**).

Anastomosis. La cerebral posterior se une por la comunicante posterior a la arteria carótida interna, y por la red leptomeníngea, a la arteria cerebral media.

Arteria coroidea anterior

Es la de menor calibre entre las arterias superficiales, y es una rama de la **carótida interna.** Desde su origen se dirige hacia atrás y arriba; sigue el tracto óptico en la cisterna quiasmática y en la parte lateral de la cisterna ambiens, luego se hunde en la fisura transversa del cerebro, entre el uncus del hipocampo y el pedúnculo cerebral. La arteria penetra en el asta temporal del ventrículo lateral, en el lugar en que aquella describe su curva alrededor del hipocampo. Aquí, la arteria penetra en los plexos coroideos de los ventrículos laterales (**figs. 26-2** y **26-10**).

Ramas colaterales. Las superficiales son:

- Ramas para el cuerpo amigdalino y para la parte anterior del hipocampo cercano al nacimiento de la arteria.
- Ramas pedunculares, que penetran en la base del pedúnculo.
- Ramas del tracto óptico, originadas como los dientes de un peine, penetran en el tracto óptico, lo atraviesan y se dirigen a los núcleos basales, al brazo posterior y a la porción retrolenticular de la cápsula interna.
- Arterias del cuerpo geniculado lateral, pequeñas, se originan antes de profundizarse.

Disposición terminal

Las arterias corticales llegan así a los centros periféricos a través de la superficie de los giros. Todas están a nivel de la piamadre, donde se anastomosan entre sí en un sistema muy rico y eficaz.

A partir de las arterias en contacto con la piamadre, surgen finas ramificaciones cortas, medias y largas. La microangiografía

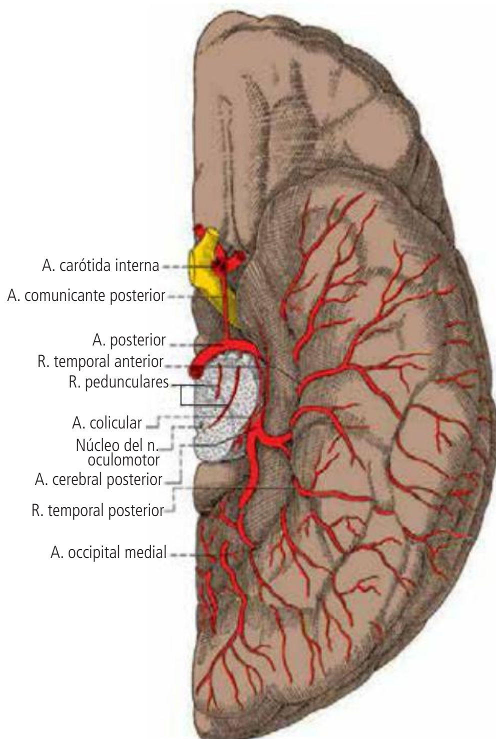


Fig. 26-9. Arteria cerebral posterior, cara inferior del hemisferio izquierdo.

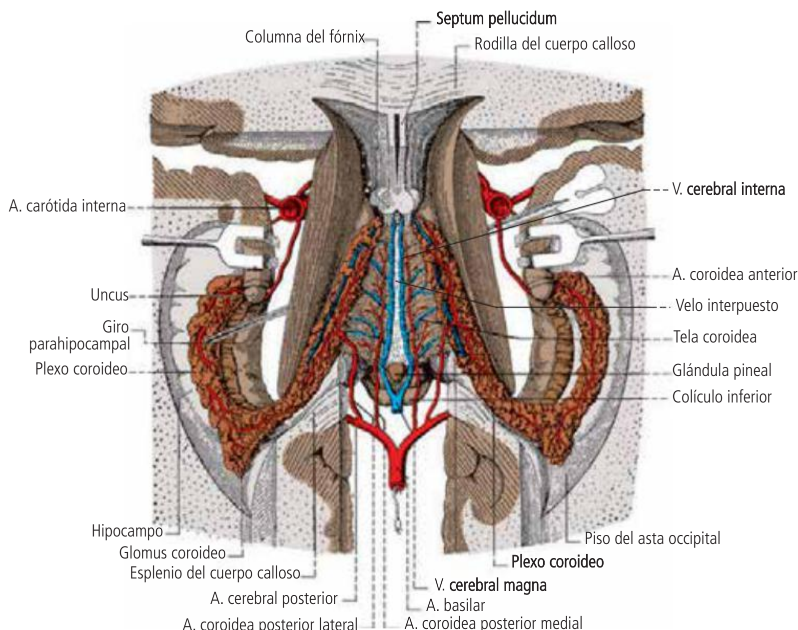


Fig. 26-10. Arterias coroideas, vista superior.

de esas ramas ha permitido describir sus características topográficas. Todas esas arteriolas que penetran en la corteza son terminales. No existen anastomosis intracerebrales.

Arterias profundas

Están destinadas a los núcleos basales. Son delgadas y numerosas (**fig. 26-11**).

Ramas de la cerebral anterior

Se describen:

– **Arterias centrales cortas**, formadas por:

A. Un grupo medial: las **arterias centrales anteromediales**, que se originan de la comunicante anterior y del tercio distal de la porción precomunicante de la arteria. Dan ramas a la lámina terminal y ramas que siguen al rostro del cuerpo calloso. Las ramas que irrigan a los núcleos basales son las **arterias estriadas mediales proximales**.
B. Un grupo lateral: nace en la porción precomunicante de la arteria y penetra en el surco lateral de la lámina terminal.

Estas arterias irrigan la pared anterior y la porción anterior del tercer ventrículo, el rostro del cuerpo calloso y la comisura anterior, el hipotálamo anterior y la mitad anterior del infundíbulo del hipotálamo.

– **Arteria estriada medial distal** [de Heubner]: nace de la cerebral anterior a nivel de la arteria comunicante anterior (porción poscomunicante). Tiene un trayecto recurrente; antes de profundizarse, da colaterales para la corteza frontal y el tracto olfatorio. Al llegar a la sustancia perforada anterior, penetra en ella por delante de las ramas profundas de la arteria cerebral media (entre ambas fuentes perforantes existe un balance compensatorio). En su trayecto intraparenquimatoso, la arteria termina en la cabeza del núcleo caudado y el brazo anterior de la cápsula interna.

Ramas de la cerebral media

Estas arterias se destacan de la cara superior de la arteria cerebral media en su porción basal, cursan en el espacio subaracnoideo y, sin anastomosarse, atraviesan la sustancia perforada anterior y ascienden para irrigar los núcleos basales telencefálicos. Son delgadas y muy numerosas (**fig. 26-11**). Se distinguen:

– Un grupo medial (**ramas estriadas proximales laterales**), irriga y atraviesa el globo pálido.
– Un grupo lateral (**arterias centrales anterolaterales**); irriga y atraviesa el putamen. Las arterias que han atravesado el núcleo lenticular llegan a la cápsula interna y van, sea al núcleo caudado (**arterias lentículo-estriadas**) o bien al tálamo (**arterias lentículo-talámicas**).

Recibe el nombre de "arteria de la hemorragia cerebral [de Charcot]" una arteria de mayor calibre que las demás y que transcurre lateralmente al núcleo lentiforme; se trata de la **arteria estriada distal lateral**.

Ramas de la cerebral posterior

De la división de la arteria basilar, y en el primer centímetro del trayecto de la arteria cerebral posterior, antes de unirse a la

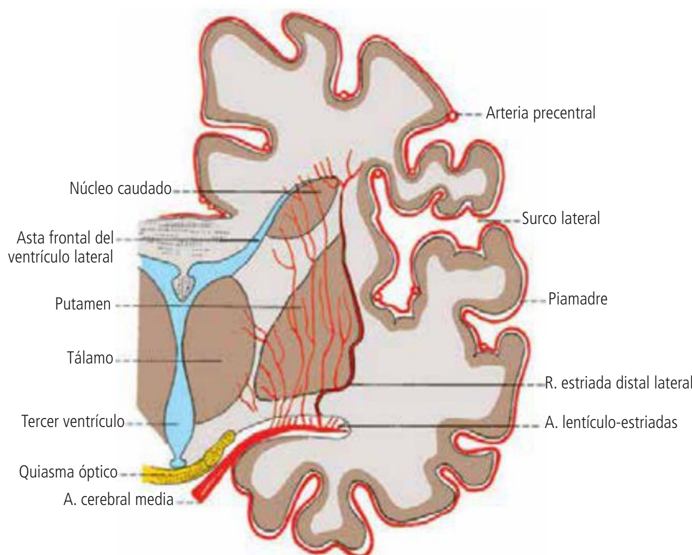


Fig. 26-11. Vascularización arterial de los núcleos basales.

comunicante posterior (precomunicante), se originan numerosas ramas que se profundizan en la sustancia perforada posterior, por detrás de los tubérculos mamilares del hipotálamo (pedículo retromamilar) (**fig. 26-2**). Se distinguen:

- Un **grupo anterior** (retromamilar): se profundiza y se dirige a irrigar el hipotálamo posterior penetrando en el tálamo: **arteria talamoperforante**.
- Un **grupo posterior**: **arterias centrales posteromediales**; se profundiza en el ángulo de separación de los pedúnculos cerebrales y termina en la región subtalámica, en la parte medial del mesencéfalo, en la sustancia negra y en el núcleo rojo.

Ramas de la coroidea anterior

Después de haber atravesado el tracto óptico se dirigen y distribuyen en la porción medial del globo pálido, en el brazo posterior de la cápsula interna y en su segmento retrolenticular, donde se origina la radiación óptica.

Arterias ventriculares

Son las arterias de los plexos coroideos o arterias coroideas anterior y posterior (**fig. 26-10**).

Arteria coroidea anterior

Procedente de la carótida interna, llega por la fisura transversa del cerebro a los plexos coroideos del ventrículo lateral, en su asta temporal, y continúa junto con ellos hasta el foramen interventricular.

Arteria coroidea posterior lateral

Es una rama colateral de la cerebral posterior destinada a la tela coroidea, a los plexos coroideos medios y al tercio anterior de los plexos coroideos laterales (**fig. 26-10**).

Arteria coroidea posterior medial

Procede de la cerebral posterior; contornea la glándula pineal y termina en la tela coroidea (**fig. 26-10**).

Arterias de la base

Son arteriolas muy finas, que nacen:

- De la comunicante anterior, para las porciones adyacentes a la lámina terminal y a la rodilla del cuerpo calloso.
- De la cerebral anterior, para el quiasma óptico y el nervio óptico.
- De la comunicante posterior, para el hipotálamo, el tracto óptico y los pedúnculos cerebrales.

Territorios arteriales

Poseen un interés clínico considerable. Se distinguen territorios corticales y territorios centrales (**fig. 26-12**). Los territorios situados entre ramas de dos o más arterias sin anastomosis entre sus colaterales se denominan "limítrofes".

Los territorios limítrofes del encéfalo son zonas más vulnerables al daño isquémico porque son las más distales de la circulación y por ello son importantes de recordar.

Territorios corticales

Las arterias cerebrales destinadas a cada hemisferio tienen su expresión predominante en una de las caras.

Sobre la cara lateral. Predomina en ella la distribución arterial de la arteria cerebral media; en menor grado, participan la cerebral anterior y la cerebral posterior.

- La **arteria cerebral media** irriga la mayor parte del lóbulo frontal, los giros medio e inferior y los dos tercios inferiores del giro

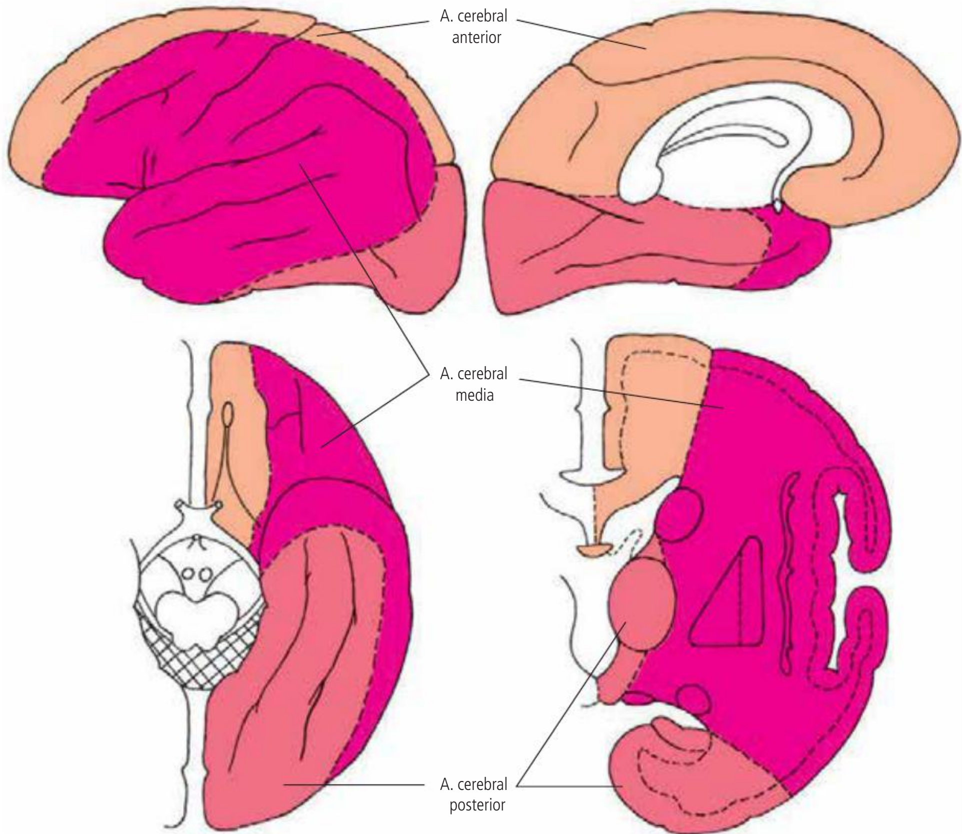


Fig. 26-12. **Territorio de las arterias del cerebro. En ocre, arteria cerebral anterior; en fucsia, arteria cerebral media; en rosado claro, arteria cerebral posterior. Hemisferio izquierdo, vista lateral (arriba izquierda), medial (arriba derecha), inferior (abajo izquierda) y corte coronal (abajo derecha).**

precentral; también casi la totalidad del lóbulo parietal, con excepción de una estrecha banda que sigue el borde superior del hemisferio; puede decirse que irriga la totalidad del lóbulo temporal y, en forma variable, la parte anterior del lóbulo occipital.

- La **arteria cerebral anterior** irriga la parte superior del giro frontal superior, el extremo superior de los giros precentral y poscentral y del lobulillo parietal superior.
- La **arteria cerebral posterior** irriga los giros occipitales de esta cara, excepto la parte anterior, que pertenece a la arteria cerebral media.

Sobre esta cara, la mayor importancia la posee la **arteria cerebral media**, ya que irriga en su amplio territorio la mayor parte de las grandes áreas funcionales motoras y sensitivas de la corteza cerebral, las áreas de asociación y de coordinación en relación con las funciones de gnosia y de praxia, así como las áreas más intelectualizadas.

Sobre la cara medial. Predomina la arteria cerebral anterior.

- La **arteria cerebral anterior** irriga la parte medial del giro frontal superior, del precentral y el poscentral (lobulillo paracentral), y la precuña, así como el giro del cíngulo.
- La **arteria cerebral posterior** irriga los giros temporales que participan en esta cara (excepto en la parte anterior), así como el lóbulo occipital. El límite superior a este nivel entre el territorio de la cerebral anterior y el de la posterior es el surco parietooccipital. El territorio cortical en el polo occipital engloba las áreas visuales.
- La **arteria cerebral media** irriga la cara medial del polo temporal.

Sobre la cara inferior. La menor extensión del territorio corresponde a la cerebral anterior.

- La **arteria cerebral posterior** irriga la parte inferior del giro temporal inferior y los giros occipitotemporales medial y lateral, parahipocampal y uncus.
- La **arteria cerebral media** irriga la mitad lateral orbitaria del giro frontal inferior, el polo temporal y una estrecha banda que corresponde a la parte superior del giro temporal inferior.
- La **arteria cerebral anterior** irriga la porción medial de la parte orbitaria del giro frontal inferior y las formaciones olfatorias a este nivel.

Territorios centrales

La distribución profunda de las ramas arteriales procedentes de las arterias cerebral anterior, cerebral media, cerebral posterior y coroidea anterior abarca lo siguiente:

El **núcleo caudado** está irrigado:

– La **cabeza**, por las ramas de las arterias **cerebrales anterior** y **media**.
– El **cuerpo** y la **cola**, por ramas de la **cerebral media** y de la **coroidea anterior**.

El **núcleo lenticular** está irrigado:

– El **globo pálido**, por las ramas de la **cerebral media**, predominantemente, y por algunas de la **coroidea anterior**.
– El **putamen**, por ramas de la arteria **cerebral media**.

El **tálamo** está irrigado:

– En su **parte anterior**, por ramas de la **comunicante posterior**.
– En su **parte posterior** y **lateral**, por ramas de la arteria **cerebral posterior**.

La **cápsula interna** está irrigada:

– El **brazo anterior**, la **rodilla** y el **segmento sublenticular**, por ramas procedentes de la arteria **cerebral media**.
– El **brazo posterior**, por la arteria **coroidea anterior**.
– El **segmento retrolenticular**, por la **cerebral posterior**.

Los **núcleos subtalámicos** están irrigados:

– Por ramas de las arterias **cerebral posterior** y **coroidea anterior**.

Las arterias del **hipotálamo** proceden de los diferentes segmentos que constituyen el círculo arterial cerebral:

– La **carótida interna** directamente da ramas que participan en la irrigación del túber cinereum y de la hipófisis.
– La **cerebral anterior** y la **comunicante anterior**, independientemente de las arterias para los tractos ópticos, originan pequeñas arterias que convergen hacia el hipotálamo; otras son las perforantes anteriores, que irrigan la cabeza del núcleo caudado.
– La **comunicante posterior** forma un grupo medial destinado al hipotálamo y un grupo lateral destinado al tálamo. El grupo medial está destinado al infundíbulo, a los núcleos laterales y a los cuerpos mamilares.
– La **cerebral posterior**: se distingue un grupo anterior que irriga la vertiente posterior de los cuerpos mamilares y la región retromamilar, y un grupo posterior que penetra en la sustancia perforada posterior e irriga el núcleo rojo y el núcleo del nervio oculomotor.
– La **coroidea anterior** da al hipotálamo algunas ramas que le llegan por el borde medial del tracto óptico.

Venas

Las venas son tributarias de los senos venosos de la duramadre; se las divide en: venas del cerebro, venas del tronco encefálico y del cerebelo.

VENAS DEL CEREBRO

Son venas frágiles, cuyo trayecto no sigue siempre el de las arterias. Estas venas están desprovistas de válvulas. Algunas, de muy corta longitud, constituyen amarres entre la corteza cerebral y los senos venosos vecinos de la duramadre.

Se distinguen venas de los giros, venas profundas y venas de la base.

Venas de los giros

Transcurren en contacto con la piamadre, donde se anastomosan ampliamente. Según su ubicación en las caras del hemisferio, se describen venas mediales, laterales e inferiores.

Venas mediales

Unas son venas ascendentes, que terminan en el seno sagital superior y proceden del lóbulo frontal, del lóbulo paracentral, del lóbulo parietal y del lóbulo occipital. Otras son venas descendentes, con un grupo anterior dirigido hacia la base (vena cerebral anterior), un grupo medio dirigido al seno sagital inferior y un grupo posterior que se vierte en la vena cerebral magna (**figs. 26-13** y **26-14**).

Venas laterales

Según su terminación, se distinguen:

– Venas ascendentes, que se dirigen de la cara lateral del hemisferio al seno sagital superior, y constituyen tres grupos de amarres muy breves, frontal, central y parietooccipital.
– Venas descendentes, que van de adelante hacia atrás: al seno esfenoparietal, al seno cavernoso, al seno petroso superior y al seno transverso (**figs. 26-14** y **26-15**).

En la cara lateral del cerebro se describen venas anastomóticas. Las venas se anastomosan entre sí y presentan además anastomosis verticales que unen las venas superiores a las inferiores. En la cara lateral del cerebro se describen dos venas anastomóticas:

A. La **vena anastomótica superior** [de Trolard] se dirige desde la parte media del seno sagital superior hacia abajo, siguiendo el giro precentral o el trayecto de la vena poscentral; puede terminar en las venas cerebrales medias superficiales, y de allí desembocar en el seno cavernoso, o bien, dirigirse al seno esfenoparietal y de allí, drenar en el seno cavernoso.

B. La **vena anastomótica inferior** [de Labbé] es más variable que la precedente y está situada por detrás de ella, une el seno venoso sagital superior, siguiendo el trayecto de las venas parietooccipitales, y se continúa por la vena parietooccipital lateral hacia el seno transverso, lugar donde termina.

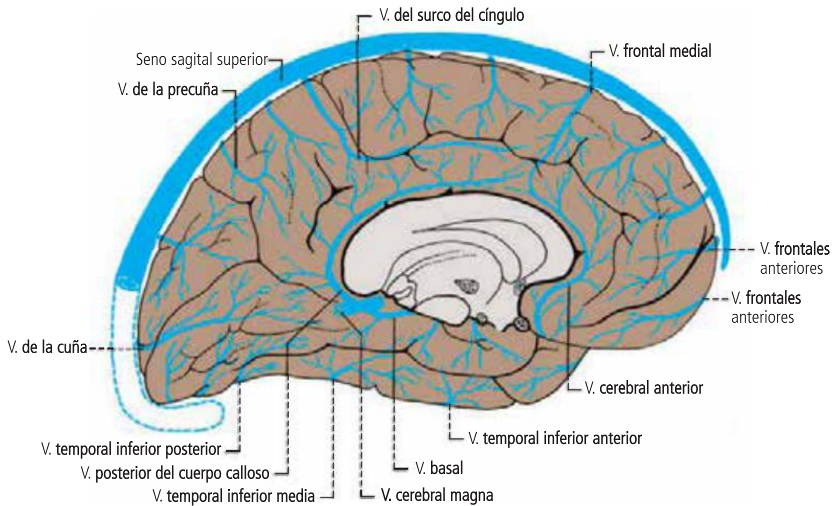


Fig. 26-13. Venas de la cara medial del hemisferio izquierdo.

Venas inferiores

Se las puede agrupar en (**fig. 26-15**):

- Un grupo anterior u orbitario, que se dirige hacia el seno sagital superior y hacia las venas basales.
- Un grupo posterior o temporooccipital, que puede drenar en las venas de la base, en el seno petroso superior, en el seno transverso o en las dilataciones venosas de la tienda del cerebelo.

Venas cerebrales internas

Estas venas se oponen a las venas superficiales que drenan la sustancia blanca y la corteza cerebral de la profundidad a la superficie. Las venas cerebrales internas aseguran el drenaje de la sustancia blanca, de los plexos coroideos, de los núcleos grises y de las paredes ventriculares hacia la profundidad (**fig. 26-16**).

Estas venas nacen de la parte anterior de la tela coroidea por tres afluentes: venas del septum pellucidum, vena talamoestria-

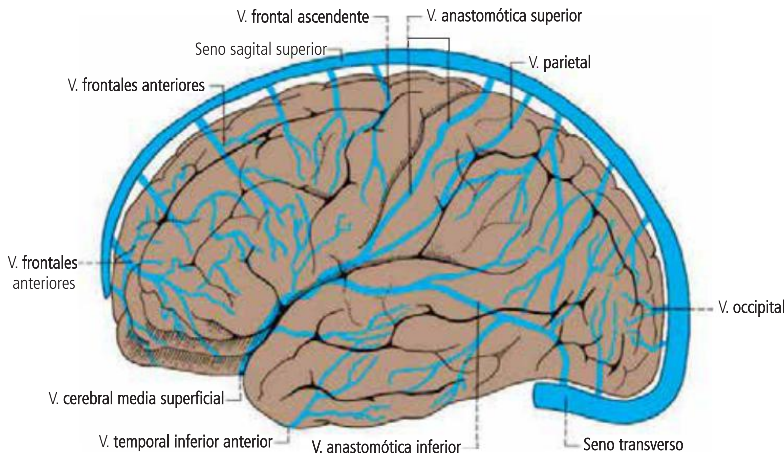


Fig. 26-14. Venas de la cara lateral del hemisferio izquierdo.

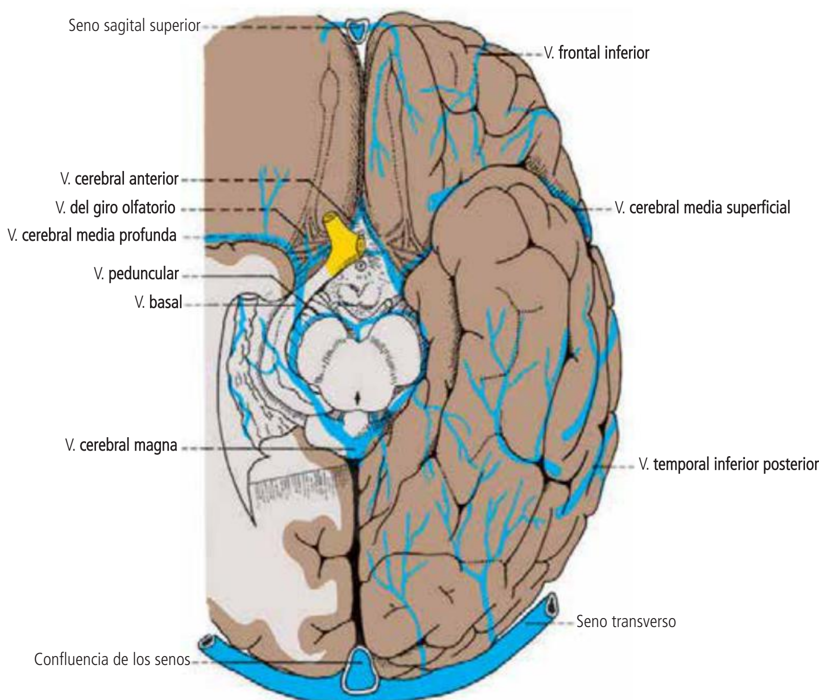


Fig. 26-15. Venas de la cara inferior del hemisferio izquierdo.

da superior [vena terminal] y vena coroidea superior. Dan origen en cada hemisferio a la vena cerebral interna (**fig. 26-10**). En esta vena terminan venas profundas de la sustancia blanca, venas subependimarias, venas coroideas, venas del tálamo y venas posteriores del cuerpo calloso.

A cada lado del plano mediano, la vena cerebral interna se forma a nivel del foramen interventricular. Cada vena se sitúa en el espesor de la tela coroidea del tercer ventrículo, dorsal al tálamo. Se dirigen hacia atrás para emerger a nivel de la glándula pineal, a la que bordean por ambos lados y por debajo del esplenio del cuerpo calloso, y se reúnen detrás de ella formando la **vena cerebral magna** [de Galeno] (**figs. 26-10** y **26-16**).

La vena cerebral magna recibe venas talámicas, la terminación de la vena basal y venas cerebelosas superiores que contribuyen a aumentar su volumen. Luego continúa hacia atrás, atraviesa la **cisterna cuadrigeminal (de la vena cerebral magna)** y termina en el seno recto.

Venas de la base [polígono venoso subencefálico]

Vena basal [de Rosenthal]

De esta disposición participa la vena cerebral anterior (**fig. 26-17**), satélite de la arteria y de calibre muy variable. Contornea la rodilla del cuerpo calloso y se dirige hacia la sustancia perforada anterior, donde recibe a venas talamoestriadas inferiores y a la vena cerebral media profunda (**fig. 26-15**). A partir de aquí, toma el nombre de vena basal (**figs. 26-15** y **26-17**). Se dirige hacia atrás, franquea el tracto óptico y, en la fisura transversa del cerebro, contornea el mesencéfalo describiendo una curva de concavidad medial, y termina en la vena cerebral magna.

Recibe venas interhemisféricas, de la ínsula, coroideas (de los plexos coroideos laterales), del hipocampo, del mesencéfalo y de los cuerpos geniculados.

Anastomosis. Una vena comunicante anterior une las dos venas cerebrales anteriores y una vena comunicante posterior prepeduncular une las dos venas basales. De este modo se constituye un círculo venoso subencefálico (**fig. 26-15**), comparable al círculo arterial del cerebro.

Anastomosis entre los diversos sistemas

Se reconocen las siguientes anastomosis:

- Anastomosis intersinusales: entre dos senos venosos. Venas anastomótica superior y anastomótica inferior.
- Anastomosis interhemisféricas: entre el círculo de la base y la vena posterior del cuerpo calloso.
- Anastomosis en la sustancia blanca encefálica: entre los sistemas superficial y profundo.
- Anastomosis dentro de los cuerpos estriados: entre las venas profundas y las venas basales.

En cuanto a las anastomosis arteriolo-venulares en la piamadre, son excepcionales.

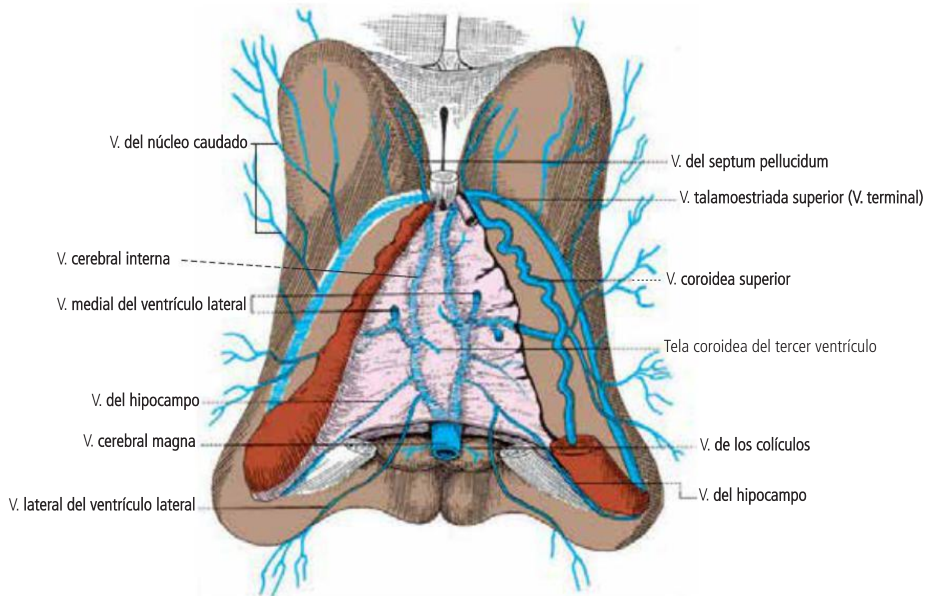


Fig. 26-16. Venas cerebrales internas y sus afluentes, vista superior, después de la resección del fórnix y del plexo coroideo derecho.

VENAS DEL TRONCO ENCEFÁLICO Y DEL CEREBELO

Venas del mesencéfalo

Están unidas al sistema precedente; terminan en las venas basales o bien directamente en la vena cerebral magna y en las venas coliculares.

Venas del puente

De una red venosa situada en la parte anterior (venas pontinas) se originan afluentes para la vena comunicante posterior, a las venas cerebelosas, a los senos petrosos y al seno transverso.

Venas de la médula oblongada

De una red venosa que rodea a la médula oblongada parten ramas ascendentes a la red pontina, y descendentes a las

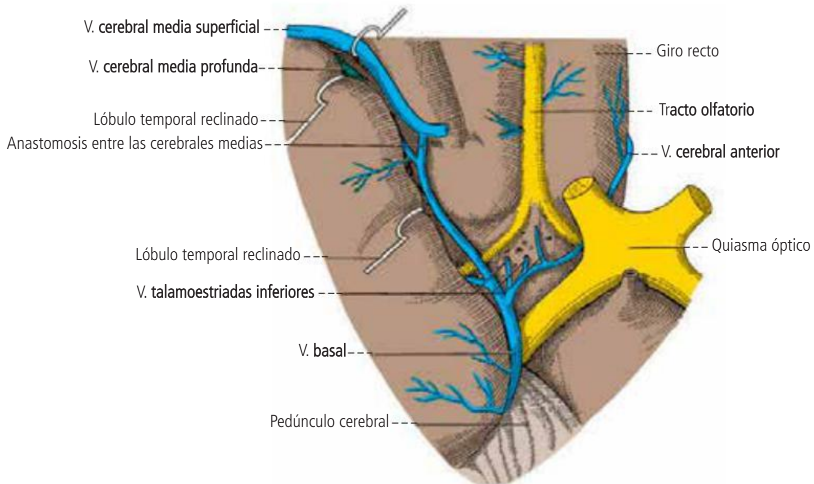


Fig. 26-17. Orígenes de la vena basal.

venas espinales. Las venas laterales de la médula oblongada se dirigen a las venas del plexo venoso del conducto del hipogloso.

Venas del cerebelo

Son medianas y laterales, e independientes de las arterias.

Venas medianas (vermianas)

La vena superior del vermis va a la vena cerebral magna y la vena inferior del vermis va, de adelante hacia atrás, a la confluencia de los senos o al seno recto.

Venas laterales

Se distinguen venas superiores e inferiores. Unen directamente la convexidad del cerebelo a la corona de los senos de la fosa cerebelosa: seno petroso superior y seno transverso.

Por último, existen vénulas que se vierten directamente en dilataciones venosas de la tienda del cerebelo o en el piso de la celda cerebelosa.

Anatomía funcional

La circulación sanguínea del encéfalo mantiene la vida de sus centros y de sus tractos. Es superfluo insistir sobre su importancia y sobre la gravedad de los trastornos que la comprometen. Presenta, en comparación con las otras circulaciones viscerales, caracteres particulares.

Arterias derechas e izquierdas. Se hallan ampliamente anastomosadas en la base del cráneo, pero cada mitad del encéfalo se comporta en la práctica como una unidad circulatoria independiente. El juego de las anastomosis es inconstante, lo cual explica que la ligadura vascular unilateral no siempre esté seguida de trastornos graves.

Vasos de la red de la piamadre. Las arterias, como las venas de la red de la piamadre, se encuentran ampliamente anastomosadas entre sí. Pero las ramas que se profundizan en la corteza son terminales. La obliteración de los pequeños vasos es, pues, más grave que la de los gruesos. Se ha visto que las arterias profundas son inmediatamente terminales.

Comando del líquido cerebroespinal. La circulación sanguínea encefálica rige la del líquido cerebroespinal; toda perturbación en una de ellas repercute sobre la otra.

Reacciones vasomotoras. Las reacciones vasomotoras de las arterias cerebrales no siempre obedecen a las mismas reglas que la circulación arterial general.

Circulación de la sangre. Tanto en las arterias como en las venas, la circulación no es ayudada ni contrariada por ninguna formación muscular lisa o estriada de la vecindad. Por lo tanto, las condiciones hemodinámicas en la caja inextensible del cráneo son, pues, muy particulares.

Sensibilidad a la anoxia. El tejido nervioso es, más que cualquier otro, sensible a la anoxia. Privado de sangre durante más de 4 minutos (en normotermia), se destruye definitivamente. No se reconstituye jamás. De ahí las complicaciones encefálicas de los paros circulatorios. La interrupción aguda del flujo sanguíneo, obstructiva o hemorrágica, no tiene compensación posible. Por ello el tiempo disponible para actuar es muy breve. En cambio las obstrucciones lentas y progresivas (crónicas) se toleran mejor por el desarrollo de circulación colateral.

Véanse **Casos clínicos:** ***Hemorragia intracraneal y Accidente isquémico cerebrovascular***

Relaciones del cerebro

27

Los hemisferios cerebrales y las comisuras interhemisféricas se relacionan por intermedio de las meninges. Se estudiarán las relaciones de las caras superolateral, medial e inferior.

RELACIONES DE LA CARA SUPEROLATERAL

Es la parte más accesible y vulnerable del hemisferio cerebral. Corresponde a la porción de la **calvaria** [bóveda craneana] comprendida entre el plano mediano, donde se ubica el seno venoso sagital superior (el cual está unido al cerebro por numerosas y pequeñas venas que drenan en él), y la base del cráneo.

El cráneo está constituido de adelante hacia atrás por el hueso frontal, ambos huesos parietales, las porciones escamosas de los huesos temporales y el hueso occipital. A nivel de la porción escamosa del hueso temporal, la pared ósea es más delgada, pero el hueso está cubierto allí por el músculo temporal y por su fascia gruesa. Aquí, la duramadre es completamente **decolable** del hueso ya que su cara medial está recorrida por las ramificaciones de la arteria y la vena meníngeas medias.

El **polo frontal** del hemisferio cerebral (**figs. 27-1** y **27-2**) está situado por detrás del hueso frontal. Es en este hueso, donde se encuentra el **seno frontal**. Esta cavidad, más o menos desarrollada, está revestida por mucosa en continuidad con la de las cavidades nasales y sufre frecuentes infecciones.

El **polo occipital** del hemisferio cerebral (**figs. 27-1** y **27-2**) está encuadrado por el seno sagital superior y el seno transverso. Se encuentra en contacto con la protuberancia occipital interna. Este polo queda, pues, por encima de la línea de las inserciones superiores de los músculos de la nuca.

RELACIONES DE LA CARA MEDIAL

Esta cara corresponde a la fisura longitudinal del cerebro, ocupada por la **hoz del cerebro** (véase **fig. 25-5**), que separa a los hemisferios cerebrales. Sin embargo, ambos hemisferios cerebrales se comunican por debajo del borde libre de la hoz del cerebro, que corresponde al cuerpo calloso (**fig. 27-1**). Más atrás, la inserción de la hoz sobre la tienda del cerebelo con el seno recto, separa los dos hemisferios completamente. Pero entre el esplenio [rodete] del cuerpo calloso y la tienda del cerebelo se interpone la **cisterna cuadrigeminal [de la vena cerebral magna]**.

RELACIONES DE LA CARA INFERIOR

Se distinguen relaciones en el plano mediano y laterales.

Relaciones en el plano mediano

Se reconocen tres regiones (**fig. 27-2**):

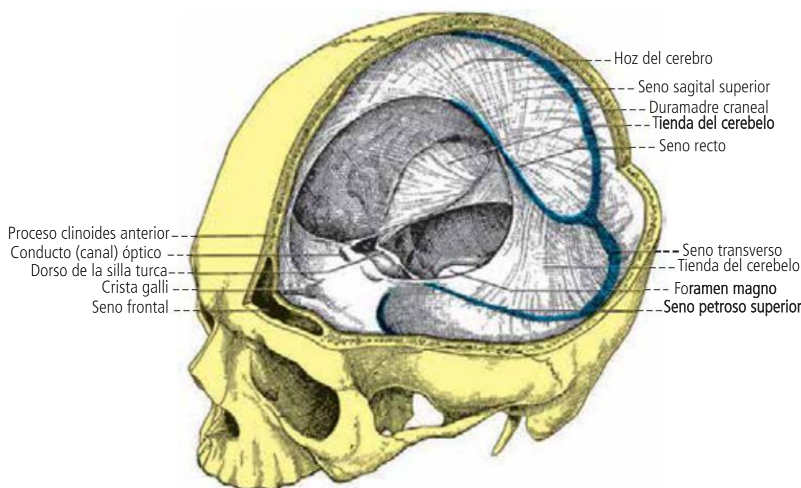


Fig. 27-1. **División de la cavidad craneal por las expansiones de la duramadre, vista anterolateral izquierda.**

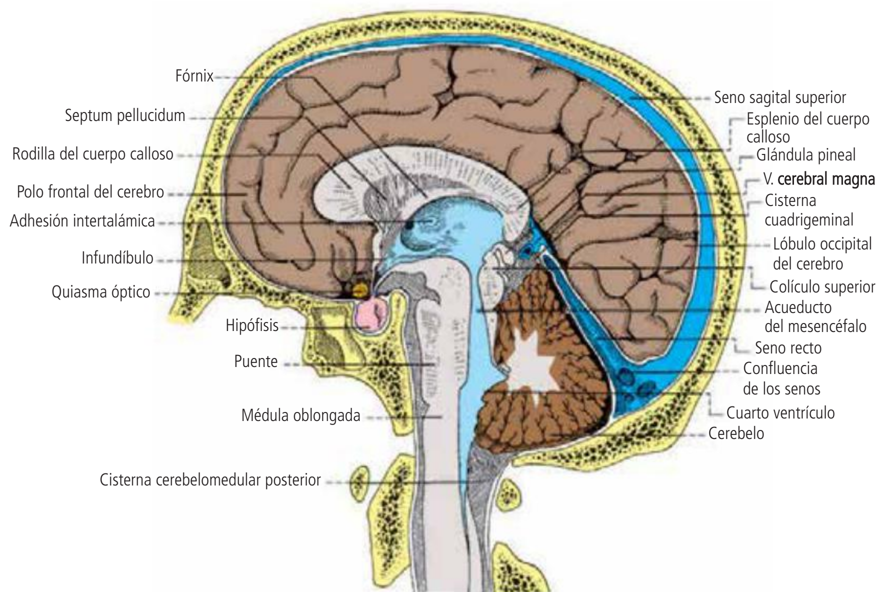


Fig. 27-2. Corte sagital mediano del cráneo y del encéfalo.

A. Anterior: el espacio interhemisférico corresponde a la lámina cribosa del etmoides, que constituye el techo de las cavidades nasales óseas; luego al quiasma óptico con la cisterna quiasmática y a las arterias carótidas internas con su rama cerebral anterior.

B. Intermedia: la base del cerebro descansa sobre el diafragma selar por el que pasa el infundíbulo del hipotálamo.

C. Posterior: los hemisferios están separados del plano mediano por el mesencéfalo.

Relaciones laterales

Se las estudia en las tres fosas craneales (**fig. 27-3**):

A. Fosa craneal anterior: el lóbulo frontal se apoya sobre la pared superior de la órbita, que constituye una delgada barrera ósea entre la cavidad orbitaria y el interior del cráneo.

B. Fosa craneal media: separada de la fosa craneal anterior por el borde posterior del ala menor del esfenoides recorrido por el seno esfenoparietal. El ala menor se corresponde con bastante precisión a la parte transversal del surco lateral. Esta fosa está deprimida en relación con la fosa craneal anterior. También se ubica en un plano inferior respecto de la silla turca situada medialmente, de la que se encuentra separada por el seno cavernoso. Su límite posterior es el borde superior de la porción petrosa del hueso temporal, que presenta una dirección oblicua hacia atrás y lateralmente. Está ocupada por el lóbulo temporal del cerebro. En la fosa media se localiza el cavum trigeminal [cavum de Meckel] para el ganglio del trigémino y el conducto de la duramadre para el nervio maxilar. La fosa craneal media se encuentra además perforada por el foramen espinoso por donde pasa la arteria meníngea media. Es a través de la fosa craneal media que el lóbulo temporal se relaciona, anterior y medialmente con la región infratemporal; posterior y lateralmente, con la articulación temporomandibular, y posterior y medialmente, con el techo de la cavidad timpánica.

C. Fosa craneal posterior: está representada por la tienda del cerebelo, con el seno petroso superior en su inserción en el borde superior de la porción petrosa del hueso temporal y con el seno transverso en su inserción occipital (**fig. 27-3**). El lóbulo temporal y hacia atrás el lóbulo occipital, se aplican sobre ella y participan en sus relaciones con los senos venosos mencionados. La separación con el cerebelo es completa por la presencia del tentorio o tienda del cerebelo. Las relaciones de la cara inferior de los hemisferios cerebrales son muy importantes:

- Por sus relaciones con las cavidades neumáticas (cavidades nasales, cavidad timpánica), pueden transmitir infecciones a los espacios meníngeos y al cerebro.
- Por su tipo de osificación, la base del cráneo es lábil y generalmente, asiento de fracturas frecuentes. Si se produce una fractura de la fosa craneal anterior con rinorraquia (salida de líquido cerebroespinal [cefalorraquídeo] a las cavidades nasales), al estar comunicadas ambas cavidades, pueden originarse meningitis postraumáticas; si la fractura es en la fosa craneal media, puede generarse un desgarro de la arteria meníngea media y consiguientemente un hematoma extradural.
- Por sus relaciones con el ganglio trigeminal y el propio lóbulo temporal, constituyen una vía de acceso quirúrgico en caso de patologías tumorales, abscesos cerebrales de origen timpánico, etcétera.

Fig. 27-3. Corte sagital paramediano del cráneo.

28 Exploración del encéfalo en el ser vivo

Se estudian aquí la anatomía de superficie, las exploraciones eléctricas isotópicas y los distintos métodos de diagnóstico por imágenes (radiología, tomografía computarizada, resonancia magnética, centellografía y ecografía).

ANATOMÍA DE SUPERFICIE

La parte superficial de los hemisferios cerebrales responde a la calvaria. Está limitada en la superficie por una circunferencia cuyas referencias, en sentido anteroposterior son: la raíz de la nariz, el borde supraorbitario, el proceso cigomático, el arco cigomático, la línea nucal superior y la protuberancia occipital externa. Todas estas referencias son visibles o palpables.

Por **debajo de esta línea**, solo la porción posterolateral del cráneo corresponde al encéfalo, más exactamente a la fosa craneal posterior y al cerebelo. Pero esta región está disimulada profundamente por los músculos de la nuca y escapa a la exploración directa.

Topografía craneoencefálica

Proyecta en el cráneo las diferentes partes de la cara convexa del hemisferio cerebral. Su importancia ha disminuido con la práctica de amplias aperturas (craneotomía), realizadas para abordar el cerebro en neurocirugía. Se han descrito diversos procedimientos. El de Krönlein, algo complejo, es sin duda el más exacto, se basa en el trazado de dos líneas horizontales y de tres líneas verticales (**fig. 28-1**):

A. Horizontales: la línea horizontal inferior une el borde infraorbitario al borde superior del conducto auditivo externo; la línea horizontal superior, paralela a la precedente, pasa por el borde supraorbitario.

B. Verticales: la línea vertical anterior pasa por la mitad del proceso cigomático; la línea vertical media es anterior al trago, mientras que la línea vertical posterior es retromastoidea.

Los elementos más interesantes para ubicar son los surcos central y lateral, en torno de los cuales se sitúan los giros más importantes, así como la proyección de la arteria meníngea media.

Surco central. Se proyecta entre las líneas verticales media y posterior. Se lo puede ubicar sobre una línea que une la intersección de la línea horizontal superior con la línea vertical anterior por abajo, y el punto donde la línea vertical posterior cruza la línea mediana sagital del cráneo por arriba.

Surco lateral. Por lo general se lo puede localizar utilizando como referencia la bisectriz del ángulo formado por la línea horizontal superior y la proyección de la línea del surco central. Se detiene a nivel de la línea vertical posterior.

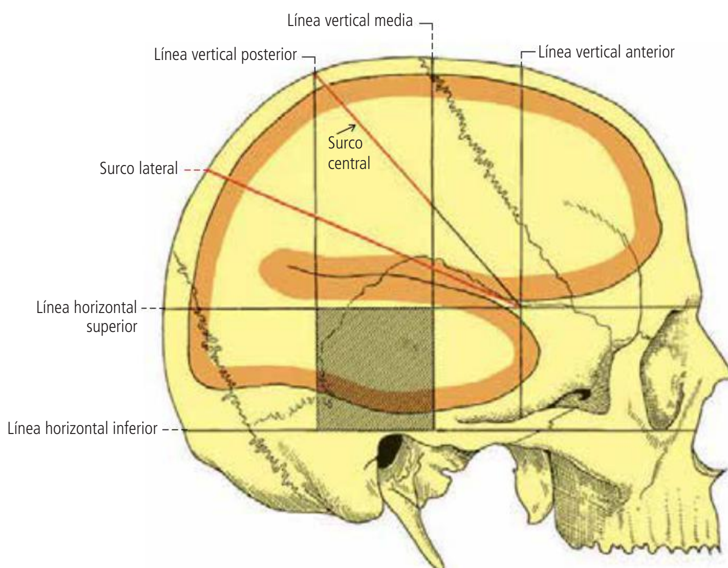


Fig. 28-1. Topografía craneocerebral, esquema de Krönlein. En rayado: cuadrilátero correspondiente al lugar de proyección de los abscesos temporales de origen ótico.

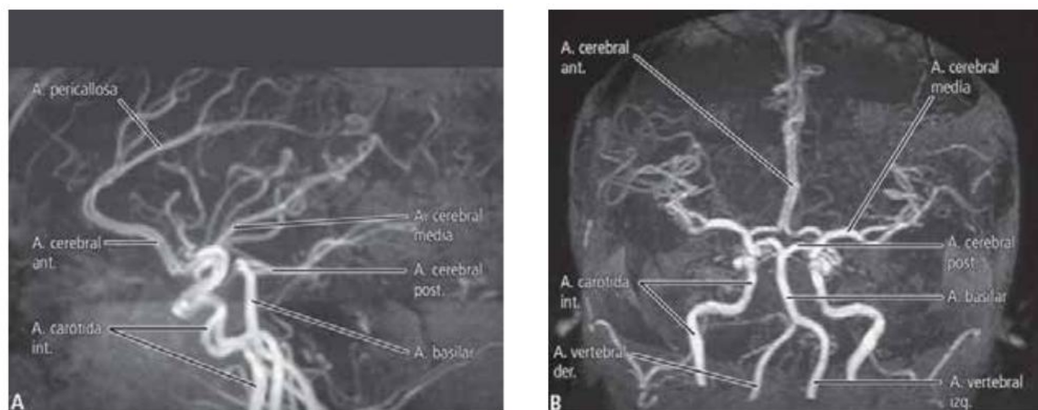


Fig. 28-2. Angiorresonancia de vasos intracraneales; **A.** Vista lateral izquierda; **B.** Vista anterior. Se visualiza la formación del círculo arterial cerebral.

Arteria meníngea media. Sus ramas anterior y posterior corresponden, respectivamente, al cruce de la línea horizontal superior con la línea vertical anterior y con la línea vertical posterior.

Estereotaxia

Es un método que permite orientar y guiar la aguja o un cauterizador eléctrico hacia un punto preciso del cerebro, sin otra apertura o trepanación que la exigida para su introducción. Este método permite no solo la exploración fisiológica, sino también realizar tratamientos como la electrocoagulación de ciertos núcleos basales en los estados de hipertonía (Talairach).

Su empleo necesita una medición previa de las dimensiones del cráneo y el uso de material muy especializado.

EXPLORACIÓN ELÉCTRICA

Electroencefalografía

Registra las diferencias de potencial eléctrico producidas por las células nerviosas. Los trazados registrados se estudian desde el punto de vista de su forma y desde el punto de vista rítmico. El ritmo varía según las regiones y la edad. También en el estado de sueño-vigilia y en los estados patológicos, sea en forma global (p. ej. anoxia) o en forma regional (lesiones localizadas). La electroencefalografía se emplea muy a menudo en la clínica y en la investigación experimental.

DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES

Radiología del cráneo

Las lesiones del encéfalo pueden tener una expresión ósea: distensiones de las suturas en el niño, erosiones, deformaciones, etc. La exploración del encéfalo exige siempre una radiografía previa del cráneo en las incidencias ya descritas. Se pueden explorar ciertas regiones mediante incidencias particulares: silla turca, órbita, conducto óptico.

Métodos radiológicos con contraste

Angiografía cerebral

Se trata de una arteriografía carotídea o vertebral.

Arteriografía carotídea. La sustancia de contraste se introduce por la arteria carótida interna y el llenado de las ramas arteriales es inmediato. El control de las imágenes se realiza por medio de vistas anteposteriores y laterales; 3 o 4 segundos más tarde aparecen las venas, 4 o 5 segundos después, los senos venosos de la duramadre que, al estar la sustancia opaca más diluida, aparecen más pálidos.

Arteriografía vertebral. Por vía de la arteria subclavia se introduce la sustancia opaca que rellena la arteria basilar y muestra la vascularización del tronco encefálico y del cerebelo.

Angiorresonancia magnética cerebral

Se trata de la aplicación de la técnica de resonancia magnética (véase más adelante) aplicada para la observación del recorrido de los vasos sin la necesidad de introducir sustancias de contraste. Se trata de una **angiografía por resonancia magnética**, por lo tanto es una técnica no invasiva. Se pueden visualizar los distintos vasos agrupados en vistas que permiten rotar las imágenes desde diversos puntos de vista. Se obtienen imágenes de las arterias carótidas internas y basilar (**figs. 28-2** a **28-4**), de las arterias vertebrales y sus ramas (**figs. 28-5** y **28-6**) y de los senos venosos (**fig. 28-7 A** a **D**).

Ecoencefalografía

Estudia el retorno de ultrasonidos emitidos hacia la base del cráneo, que se reflejan sobre las partes medianas del cerebro (sobre todo, en el tercer ventrículo) y retornan a un aparato registrador. Esta técnica se asemeja al "sonar" y da cuenta de los desplazamientos laterales de la masa encefálica, en particular, de los hematomas postraumáticos. Es una técnica útil en neonatos, ya que la osificación de su cráneo no dificulta la transmisión del sonido como ocurre en el adulto.

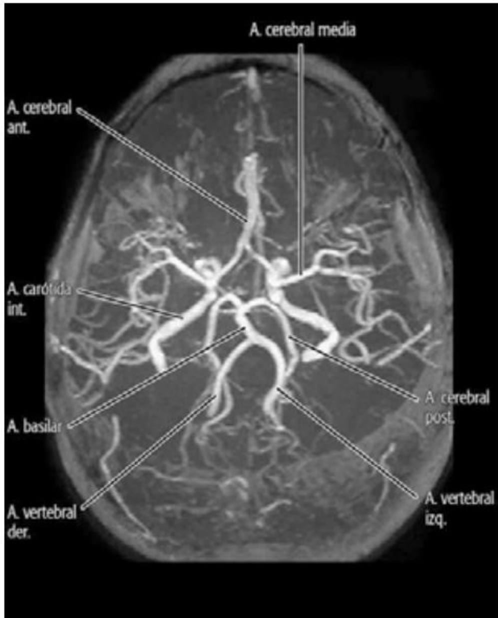


Fig. 28-3. **Angiorresonancia de vasos intracraneales. Vista** inferior. En el centro de la imagen se visualiza el círculo arterial cerebral.

Tomografía computarizada

Brinda imágenes de secciones en todos los planos (**fig. 28-8 A** a **F**). Permite visualizar tanto el parénquima nervioso como los espacios ocupados por líquido cerebroespinal. Es el método diagnóstico de elección para los eventos vasculares agudos y traumatismos encefálicos graves. Las imágenes obtenidas muestran una sorprendente similitud con los cortes anatómicos realizados en laboratorios de anatomía.

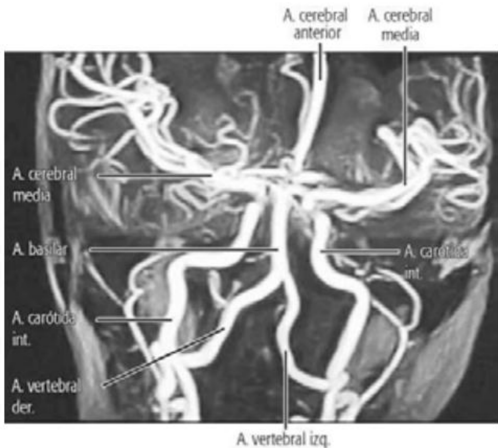


Fig. 28-4. **Angiorresonancia de vasos intracraneales. Vista** anterior. Se visualizan las ramas del círculo arterial cerebral.

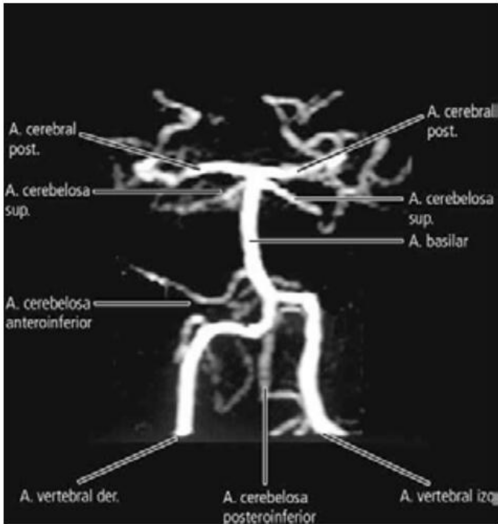


Fig. 28-5. **Angiorresonancia de vasos intracraneales.** Vista anterior. Se visualiza la arteria basilar y el sistema vertebrobasilar.

Resonancia magnética

La **resonancia magnética** es una técnica no invasiva de diagnóstico por imágenes, que a partir de 1983 estuvo disponible para su empleo clínico.



Fig. 28-6. **Angiorresonancia de vasos intracraneales. Vista** anteroinferior. Sistema vertebrobasilar.

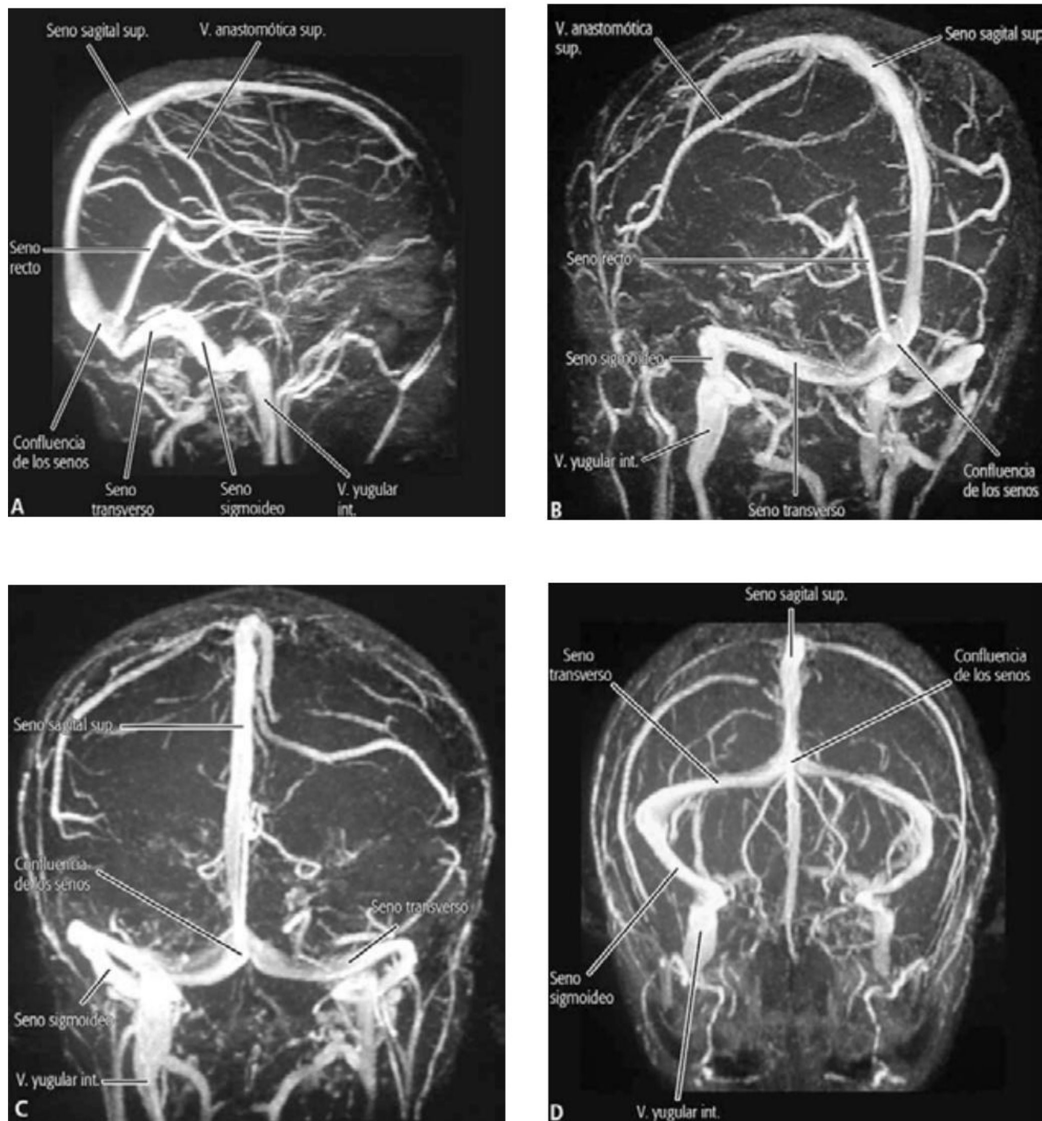


Fig. 28-7. **Angiorresonancia de vasos intracraneales. Se visualiza el sistema venoso encefálico; A.** Vista lateral derecha; **B.** Vista oblicua posteroizquierda; **C.** Vista anterior; **D.** Vista oblicua anterosuperior.

Inocua para el paciente, no utiliza radiaciones ionizantes; por ello su uso se ha generalizado.

El concepto central de la **resonancia magnética** se basa en la propiedad que poseen los núcleos de ciertos elementos de emitir una señal de radiofrecuencia (RF) al ser sometidos a la acción de un potente campo magnético y estimulados con ondas de radiofrecuencia.

Los componentes nucleares que reaccionan ante esta situación son los protones, que al modificar sus niveles de energía, generan señales de diferente intensidad.

Las señales son recibidas por una bobina que cumple funciones de antena y las transfiere a una computadora que las procesa y origina las imágenes.

Las estructuras anatómicas responden a la excitación según su constitución tisular y la secuencia de estímulos a que se las someta, generando imágenes en diferentes planos del espacio (**figs. 28-9 A** a **J**, **28-10 A a D** y **28-11 A** a **L**). El estudio diagnóstico de esas imágenes se basa en los cambios anatómicos y en las modificaciones de las intensidades de señal de las estructuras examinadas.

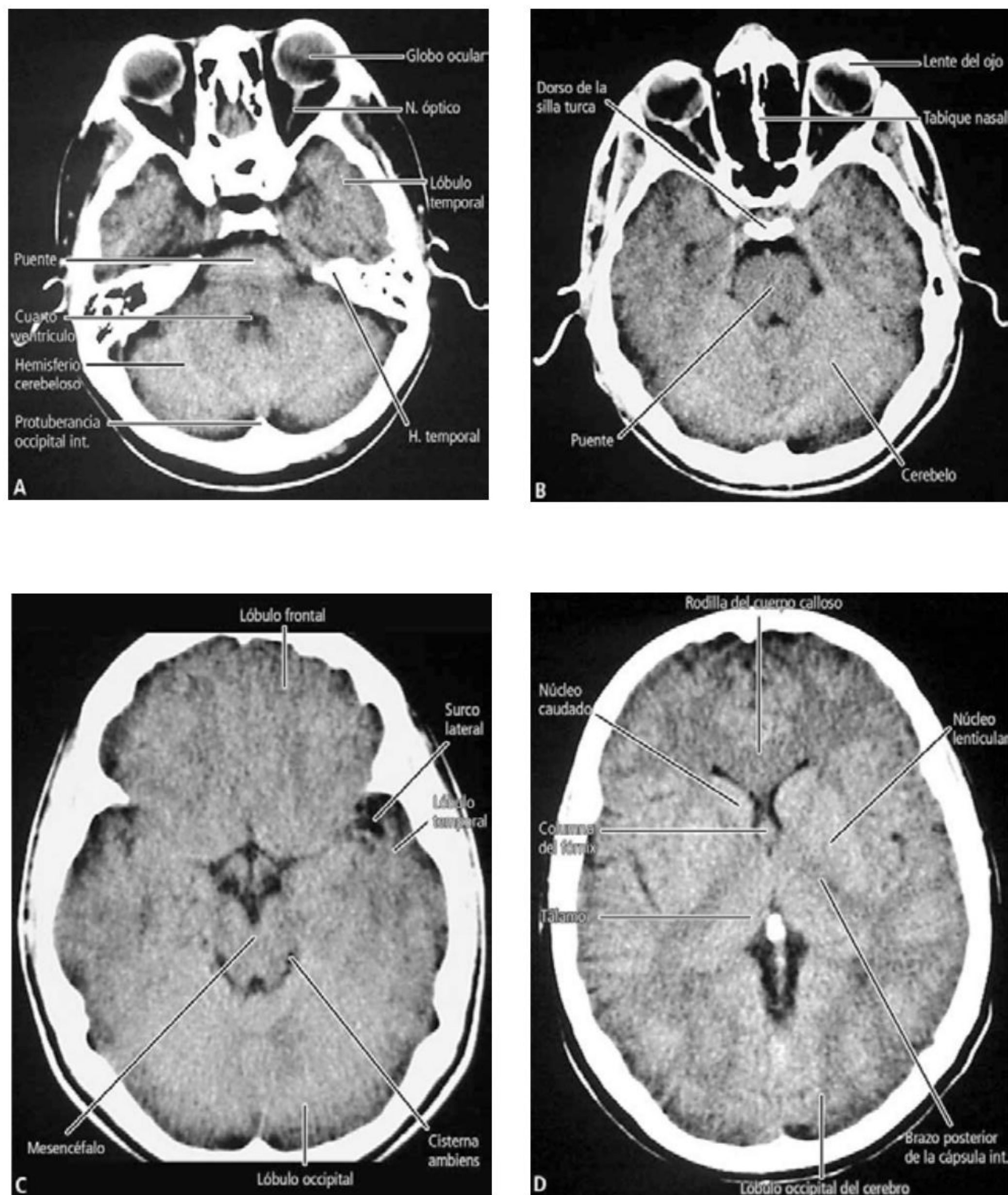
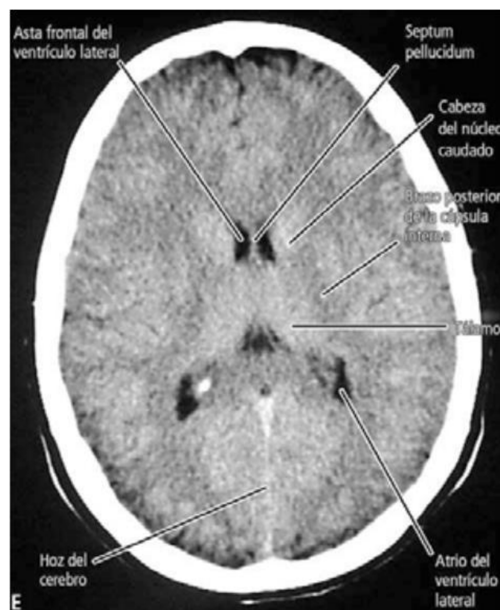


Fig. 28-8. **Tomografía computarizada de cerebro. Cortes horizontales (axiales) ordenados en secuencia ascendente;** **A.** Nivel pontino; **B.** Nivel mesencefálico bajo; **C.** Nivel mesencefálico alto; **D.** Nivel talámico bajo.



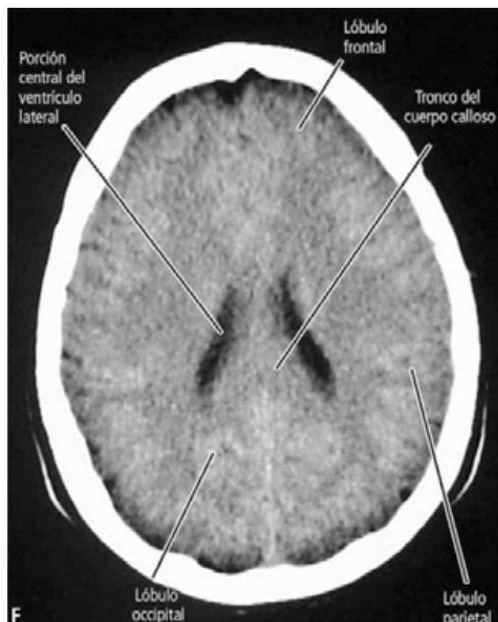
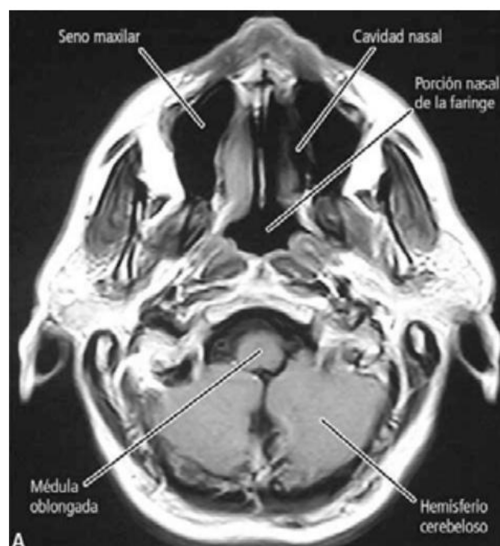


Fig. 28-8. **E.** Nivel talámico alto; **F.** Nivel del tronco del cuerpo calloso.



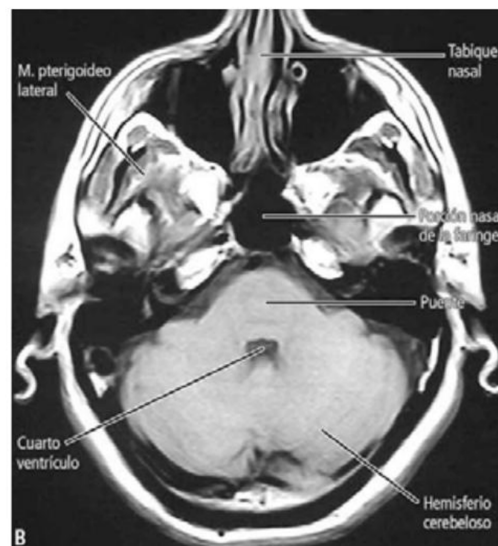


Fig. 28-9. **Imágenes de resonancia magnética. Cortes horizontales (axiales) del encéfalo en T1, ordenados en secuencia** ascendente desde A hasta H; **A.** Nivel mielencefálico; **B.** Nivel pontino bajo.

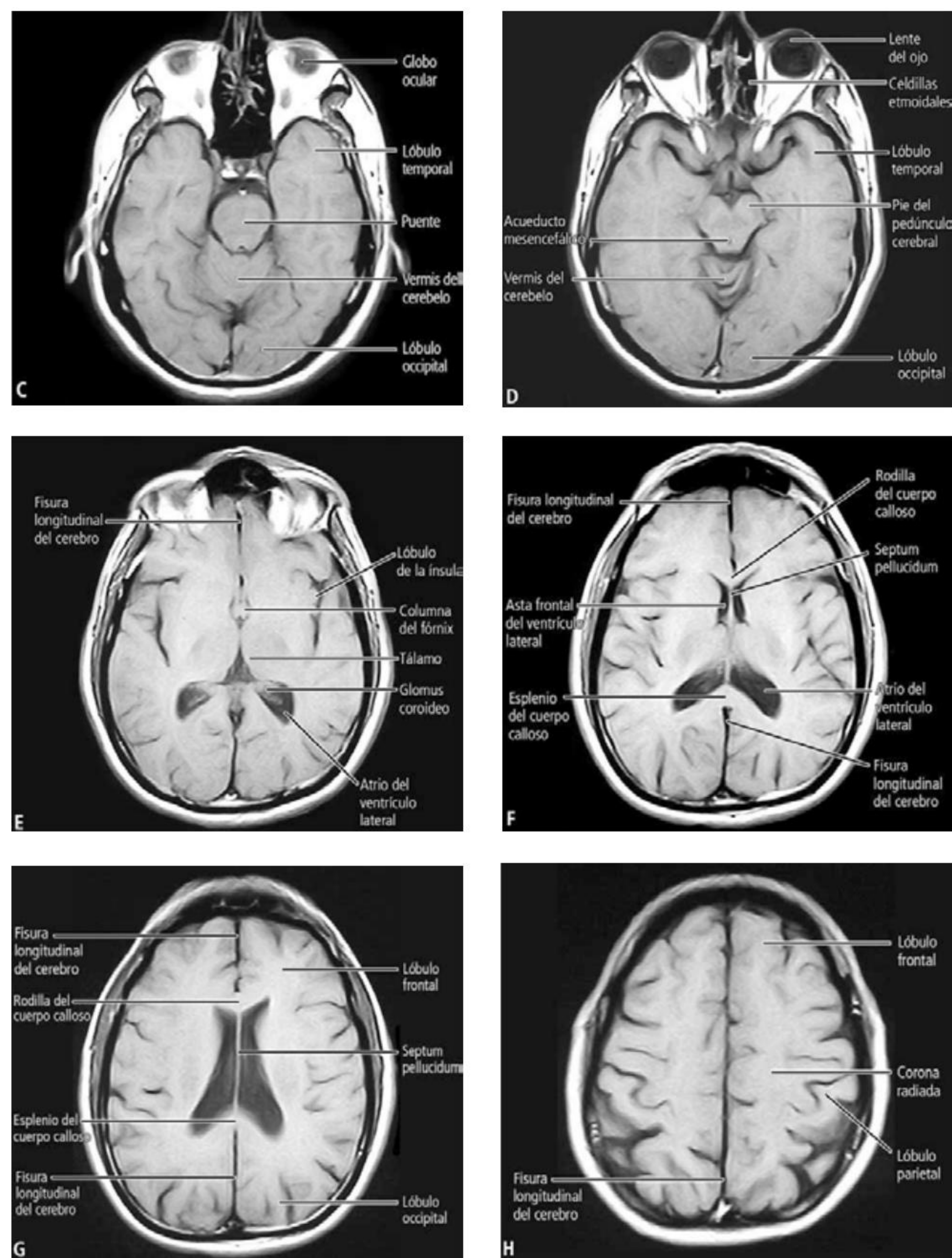


Fig. 28-9. Imágenes de resonancia magnética. Cortes horizontales (axiales) del encéfalo en T1, ordenados en secuencia ascendente desde **A** hasta **H**; **C.** Nivel pontino alto; **D.** Nivel mesencefálico alto; **E.** Nivel talámico bajo; **F.** Nivel talámico alto; **G. Nivel de la porción central del ventrículo lateral; H. Nivel de la corona radiada.**

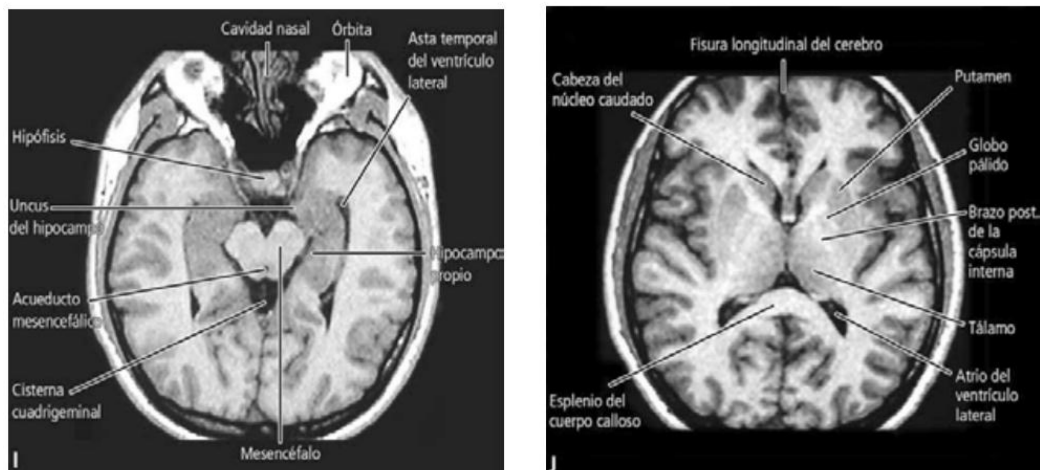


Fig. 28-9. **Imágenes de resonancia magnética. Cortes horizontales (axiales) del encéfalo en T1. I.** Nivel del hipocampo; **J.** Nivel de la cápsula interna.

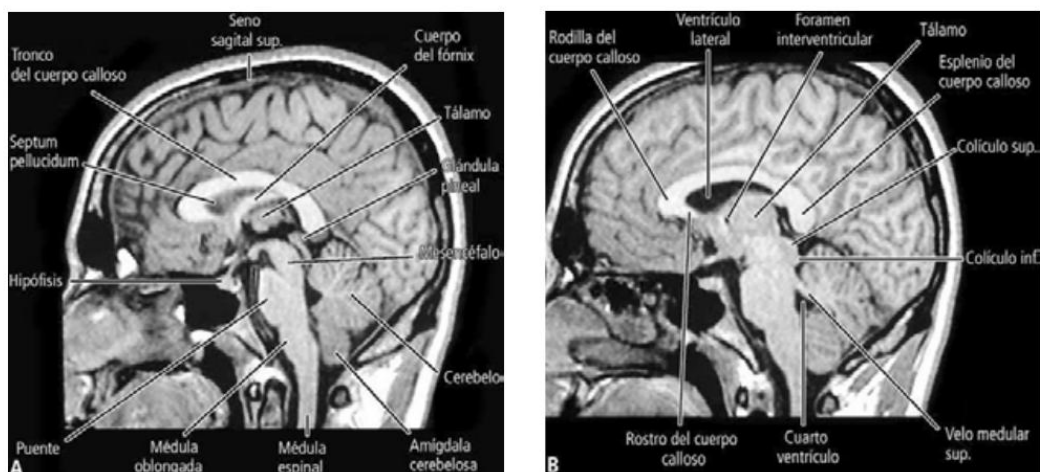
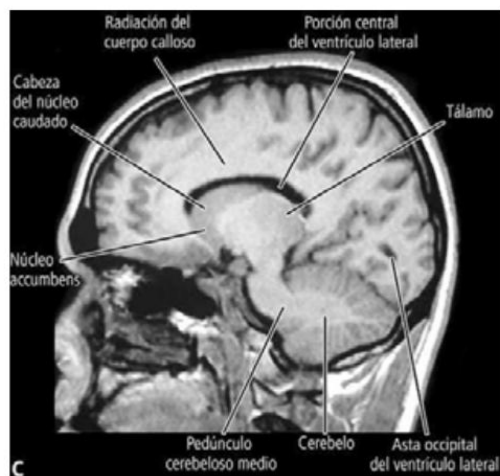


Fig. 28-10. **Imágenes de resonancia magnética. Cortes sagitales del encéfalo en T1, ordenados en secuencia de medial a lateral; A.** Plano mediano; **B.** Plano paramediano que pasa por el tálamo.



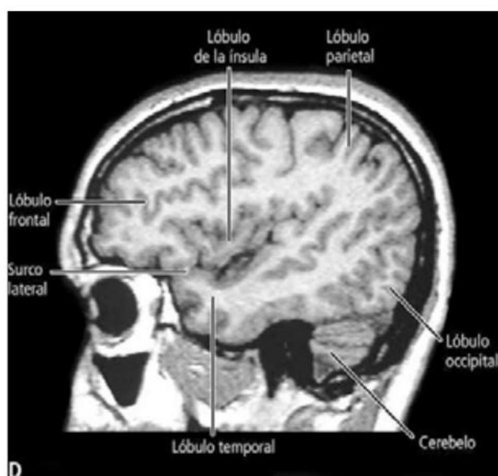
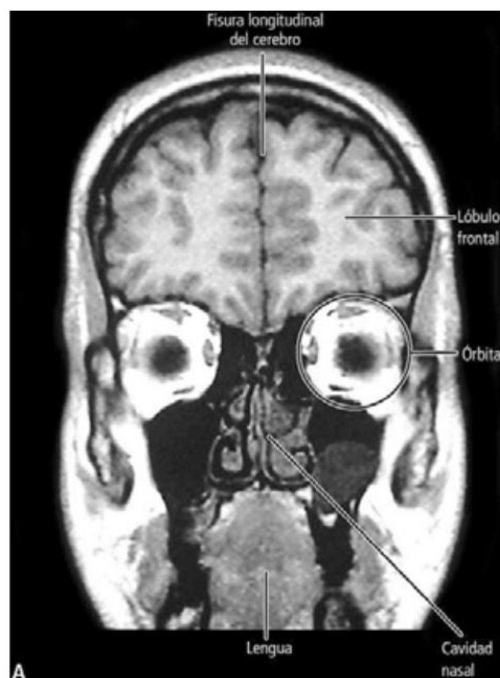


Fig. 28-10. Imágenes de resonancia magnética. Cortes sagitales del encéfalo en T1, ordenados en secuencia de medial a lateral; **C.** Plano paramediano que pasa por el núcleo accumbens; **D.** Plano paramediano que pasa por la cisterna del surco lateral.



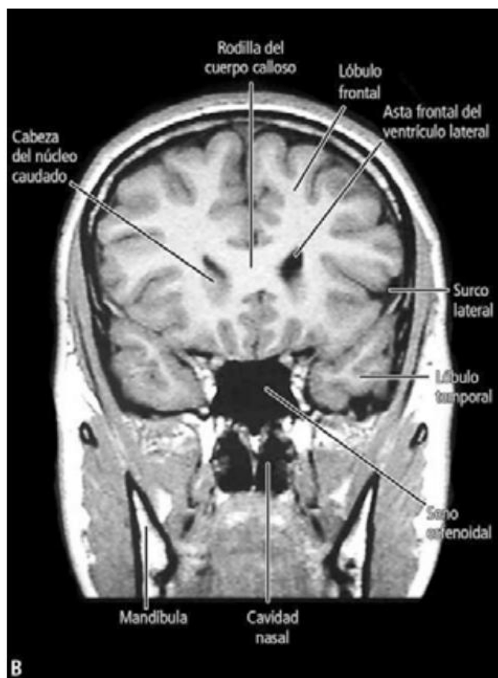


Fig. 28-11. Imágenes de resonancia magnética. Cortes coronales del encéfalo en T1, ordenados en secuencia de anterior a posterior; **A.** Nivel del lóbulo frontal; **B.** Nivel de la rodilla del cuerpo calloso.

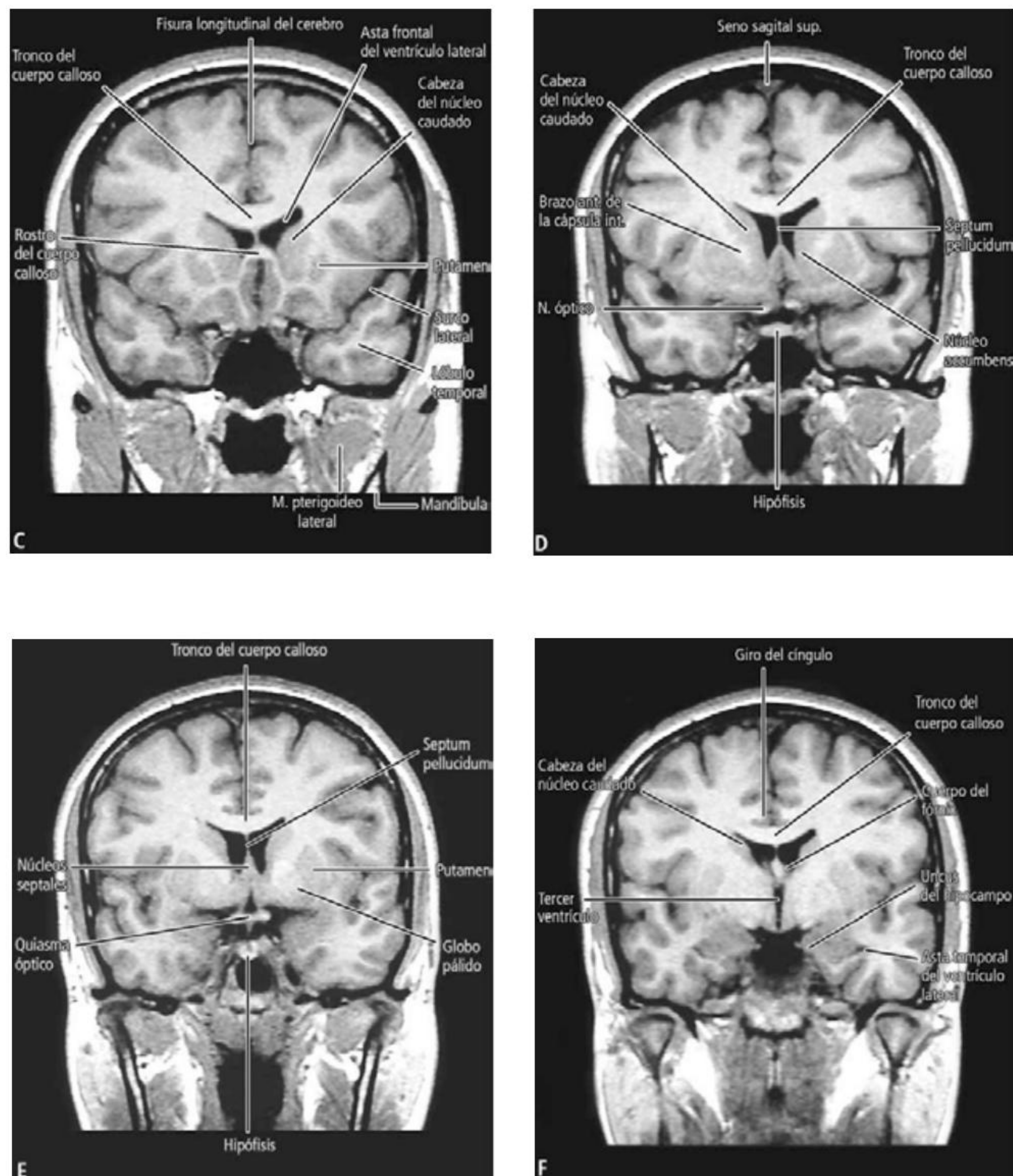
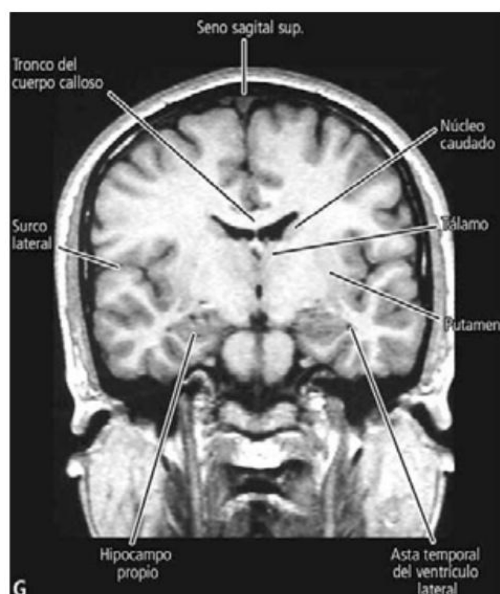
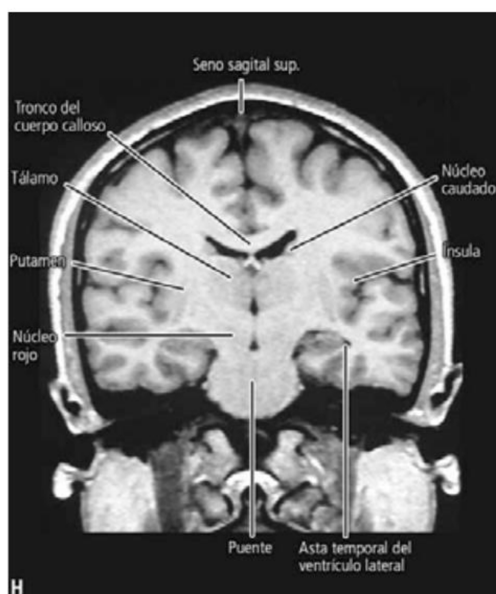
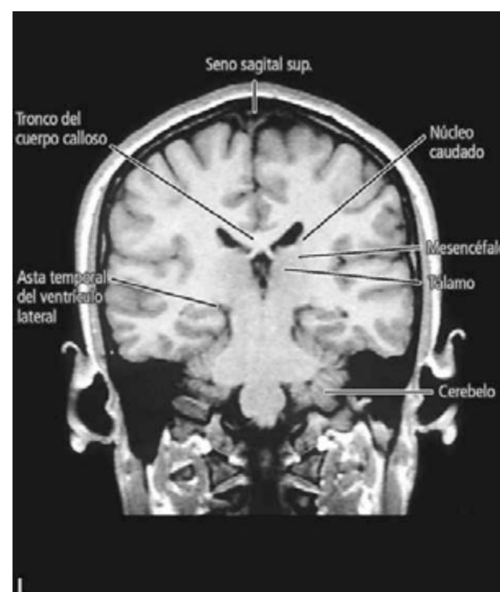


Fig. 28-11. Imágenes de resonancia magnética. Cortes coronales del encéfalo en T1, ordenados en secuencia de anterior a posterior; **C.** Nivel de la cabeza del núcleo caudado; **D.** Nivel del núcleo accumbens; **E.** Nivel del quiasma óptico; **F.** Nivel del uncus del hipocampo.







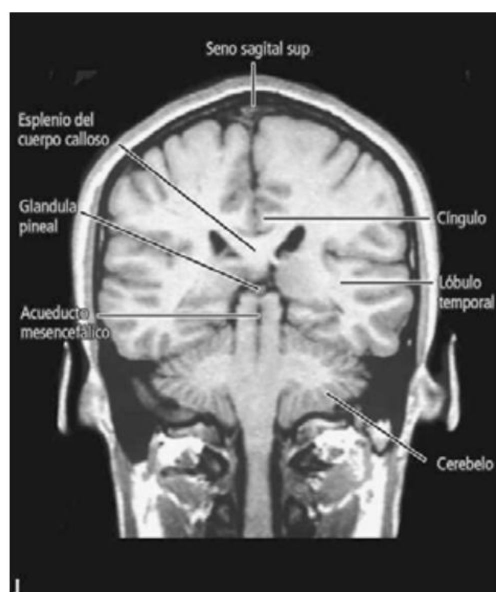


Fig. 28-11. Imágenes de resonancia magnética. Cortes coronales del encéfalo en T1, ordenados en secuencia de anterior a posterior; **G.** Nivel del brazo posterior de la cápsula interna; **H.** Nivel del núcleo rojo; **I.** Nivel del pulvinar; **J.** Nivel de la glándula pineal.

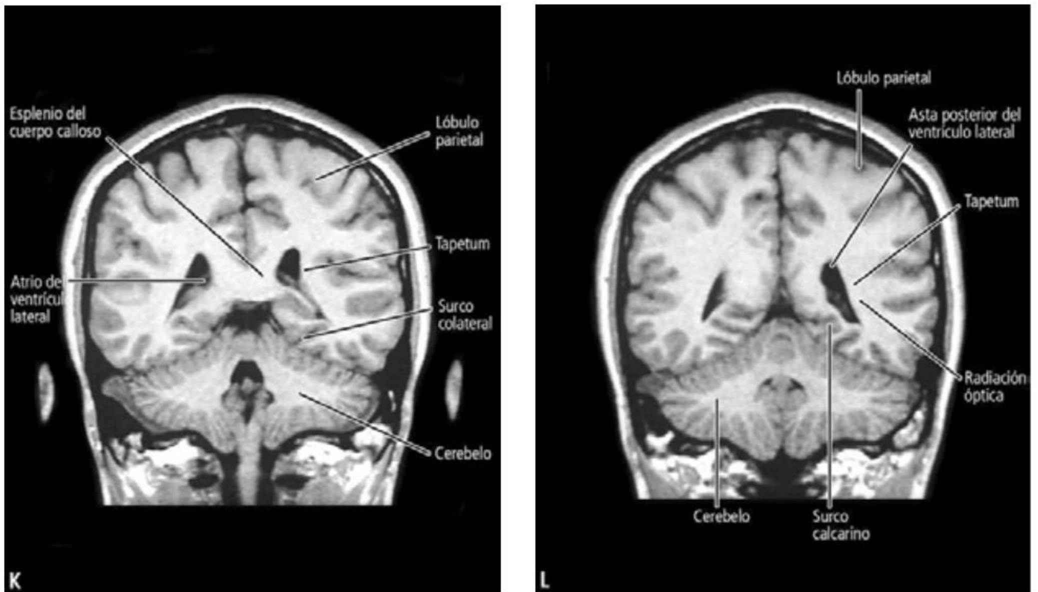


Fig. 28-11. Imágenes de resonancia magnética. Cortes coronales del encéfalo en T1, ordenados en secuencia de anterior a posterior; **K.** Nivel del esplenio del cuerpo calloso; **L.** Nivel del asta posterior del ventrículo lateral.

2. SISTEMATIZACIÓN

Como para la totalidad del sistema nervioso, el elemento fundamental del neuroeje es la **neurona**, o célula nerviosa, con su cuerpo y sus prolongaciones. Los cuerpos celulares se reúnen para formar la sustancia gris, y se organizan en núcleos o ganglios. Las fibras nerviosas centrípetas, **dendritas**, y las centrífugas, **axones**, se agrupan en tractos [haces], fascículos o cordones para constituir la sustancia blanca.

Los impulsos nerviosos recorren el sistema nervioso en diferentes sentidos (**fig. V-2-1**):

- **Desde la periferia hacia los centros** (aferencias): sensibilidad, órganos de los sentidos; es un impulso nervioso centrípeto y los centros que lo reciben se denominan sensitivos.
- **Desde los centros hacia la periferia** (eferencias): es un impulso nervioso centrífugo. Los centros que los originan se llaman motores. El impulso nervioso se propaga a menudo de un centro nervioso a otro, sea antes de ser proyectado hacia un órgano dado (impulso centrífugo), o bien luego de haber alcanzado el neuroeje (impulso centrípeto).

Estos contactos se efectúan a nivel de las **sinapsis**, que establecen, por intermedio de mediadores químicos, el contacto entre el axón de una neurona y la dendrita de una neurona vecina. Cada centro sensitivo o motor posee conexiones no solo con la periferia sino también con otros centros situados en el neuroeje. Estas conexiones, que son innumerables, forman la complejidad de la organización del cerebro humano.

La sistematización es inseparable de la constitución anatómica de las diferentes partes del neuroeje, es decir, de la disposición en ellas de la sustancia gris (centros nerviosos) y de la sustancia blanca (vías nerviosas). La constitución anatómica puede estudiarse por el examen directo, macroscópico o microscópico. La sistematización, por el contrario, resulta de los datos funcionales, cuyo conocimiento recae sobre la fisiología y la fisiopatología. Escapa a los métodos habituales de la investigación anatómica.

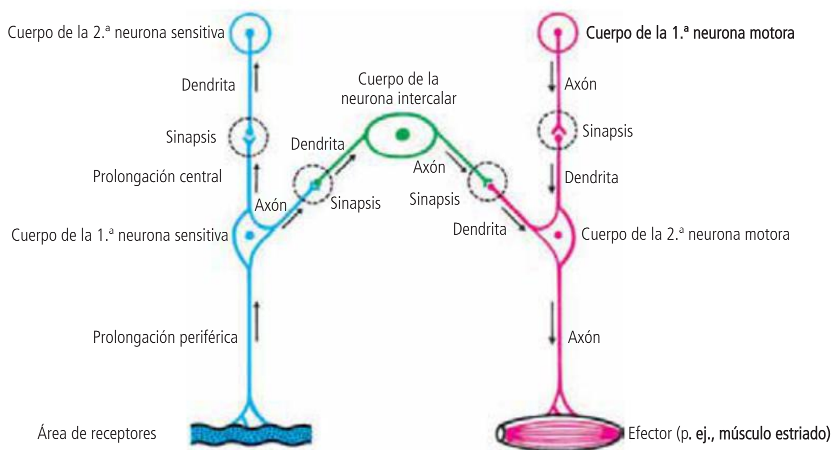


Fig. V-2-1. **Esquema de las relaciones entre las neuronas: dendritas, axones, sinapsis.**

Configuración interna y sistematización de la médula espinal 29

CONFIGURACIÓN INTERNA

La sustancia nerviosa de la médula espinal comprende la sustancia gris y la sustancia blanca. Se hallan dispuestas alrededor del conducto central de la médula espinal. Un corte horizontal muestra la disposición respectiva de estos tres elementos, lo cual es valedero para el total de la médula espinal. Esta tiene parcialmente conservada su estructura embrionaria. Su organización se encuentra bajo la forma de segmentos metaméricos o **mielómeros**. A partir de los mielómeros, cada segmento se relaciona con los somitas, subdivisión del mesodermo paraaxial del cuerpo del embrión, que comprenden de 42 a 44 pares repartidos: occipitales, cervicales, torácicos, lumbares, sacros y coccígeos. Cada mielómero da origen, de cada lado, a un par de nervios espinales (**fig. 29-1**).

Sustancia gris

La sustancia gris se ubica alrededor del conducto central de la médula espinal en forma de **columnas** unidas en el plano mediano por **comisuras grises**. Estas columnas son tres: anterior, posterior e intermedia. El conjunto mencionado presenta una concavidad en su sector lateral de manera que al efectuar cortes horizontales la sustancia gris se observa como una letra H mayúscula. En esta disposición se describen un **asta anterior**, un **asta posterior** y un **asta lateral** a cada lado, unidas por dos puentes de sustancia gris, que son las comisuras (**fig. 29-1**).

Asta anterior. Es voluminosa. Su cabeza ensanchada está orientada hacia adelante y lateralmente, y su contorno es irregular. Las fibras nerviosas nacidas de las neuronas del asta anterior atraviesan en forma oblicua la sustancia blanca hacia adelante y lateralmente, para constituir la raíz anterior del nervio espinal, que emerge por el surco anterolateral. Su parte posterior o base está marcada en sentido lateral por un abultamiento: el asta lateral, que solo existe a nivel de la médula torácica.

Asta posterior. Es más afinada que el asta anterior, se adelgaza hacia atrás y lateralmente, en dirección al surco posterolateral, del que está separada por el **tracto dorsolateral** [zona de Lissauer]. Su extremo anterior o base se continúa con el asta anterior. Su cuello, ligeramente estrechado, la une por atrás a la cabeza. Está formada ventrodorsalmente por una capa de sustancia gris, por una parte más transparente, la **sustancia gelatinosa** [de Rolando] y, por último, una delgada lámina de sustancia gris, el **núcleo marginal** [capa de Waldeyer].

Asta lateral. Corresponde al corte horizontal de la **columna intermedia**. Se encuentra en los mielómeros torácicos de la médula espinal. Se ubica entre la base del asta posterior y la base del

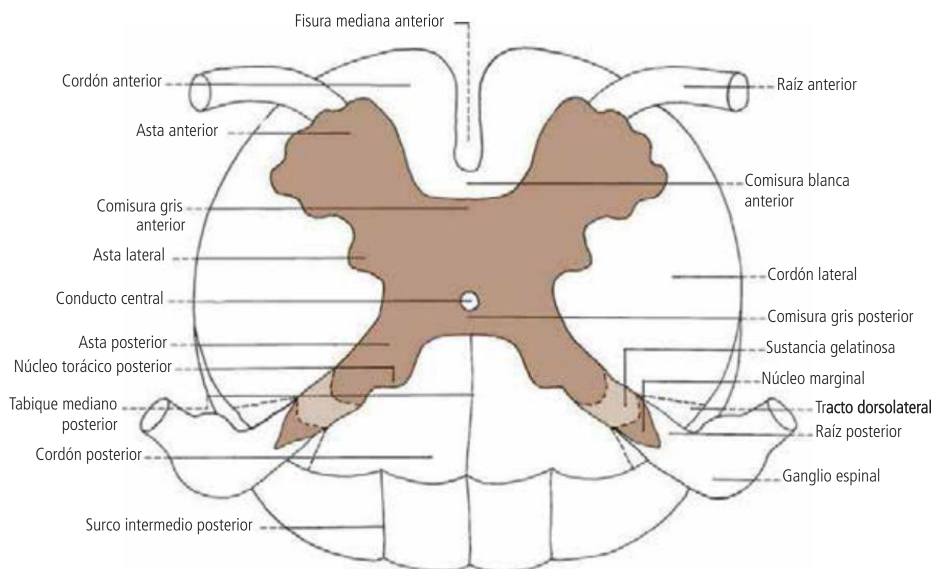


Fig. 29-1. Corte horizontal de la médula espinal, sustancia gris y sustancia blanca.

asta anterior, formando parte de la sustancia intermedia lateral. Contiene los cuerpos neuronales del sistema visceromotor que forman el **núcleo intermediolateral**.

Comisuras grises. Se distinguen dos: una **anterior** y otra **posterior**, ubicadas por delante y por detrás del conducto central, respectivamente. La comisura gris anterior queda separada de la fisura mediana anterior por una capa de sustancia blanca, la comisura blanca anterior. Hacia posterior, la comisura gris posterior queda separada del tabique mediano posterior por el fascículo propio posterior. Las neuronas de las comisuras grises forman en su conjunto la sustancia gelatinosa central.

Sustancia blanca

Rodea a la sustancia gris, su espesor es variable a lo largo de la médula espinal: es mayor a nivel cervical y disminuye hacia caudal. En cada hemimédula, derecha e izquierda, se distinguen tres **cordones**. El **cordón anterior** se extiende entre el surco anterolateral, por donde emergen las raíces anteriores de los nervios espinales, y la fisura mediana anterior. El **cordón posterior**, entre el surco posterolateral, por donde ingresan las raíces posteriores de los nervios espinales, y el tabique mediano posterior. El **cordón lateral** se extiende entre los surcos anterolateral y posterolateral (**fig. 29-1**).

Conducto central [conducto del epéndimo]

Ocupa toda la extensión de la médula espinal (**fig. 29-1**). Se comunica cranealmente con el cuarto ventrículo; termina abajo en un receso a nivel del filum terminal, coronado por una pequeña intumescencia: el ventrículo terminal. Situado en la parte mediana de la sustancia gris de la comisura, mide de 100 a 200 μ de diámetro y su forma varía según el nivel en que se lo considere. Su interior está tapizado por una capa de células ependimarias.

SISTEMATIZACIÓN

La médula espinal ha conservado parcialmente la disposición embrionaria formada por segmentos superpuestos: los somitas. En ella se encuentran segmentos o mielómeros, con sus nervios espinales correspondientes. Las células y las fibras nerviosas se agrupan en formaciones bien definidas desde el punto de vista funcional, que se estudian en la sustancia gris y en la sustancia blanca.

Sistematización de la sustancia gris

En el interior de la sustancia gris se reconoce bastante bien la distribución de las diferentes células motoras y sensitivas (**fig. 29-2**).

Asta anterior. En la cabeza hay células que corresponden a la motricidad voluntaria de los músculos estriados (somatomotoras), y en la base, en la vecindad del conducto central, se hallan células que corresponden a la motricidad involuntaria (visceromotoras) de los músculos lisos.

Asta posterior. La cabeza contiene células que corresponden a la sensibilidad exteroceptiva (táctil, dolorosa y térmica) de los tegumentos; en el cuello se encuentran células que corresponden a la sensibilidad profunda o propioceptiva (huesos, articulaciones y músculos); la base está ocupada por células que corresponden a la sensibilidad interoceptiva: la de las vísceras. Así, alrededor del conducto central están agrupadas las células de la motricidad y de la sensibilidad visceral: pertenecen al sistema nervioso autónomo [vegetativo]. Este se estudiará más adelante.

Láminas espinales [de Rexed]

Antes de 1960, los agrupamientos de células en la sustancia gris de la médula espinal se basaban en el tamaño celular, en su aspecto (sustancia gelatinosa) o en su ubicación (núcleos motores del asta anterior). Con el fin de evitar los epónimos y de unificar criterios, Rexed describió durante el período 1955-1965 una organización citoarquitectónica en láminas para la médula espinal del gato. Recién en 1968 se encontró una disposición laminar semejante en la médula espinal humana. Las láminas pueden distinguirse microscópicamente en cortes horizontales.

La laminación citoarquitectónica comprende **nueve láminas** y un **sector central** que rodea al conducto central, en la sustancia gris de la médula espinal. Estas láminas se designan con números romanos, desde el asta posterior hacia el asta anterior.

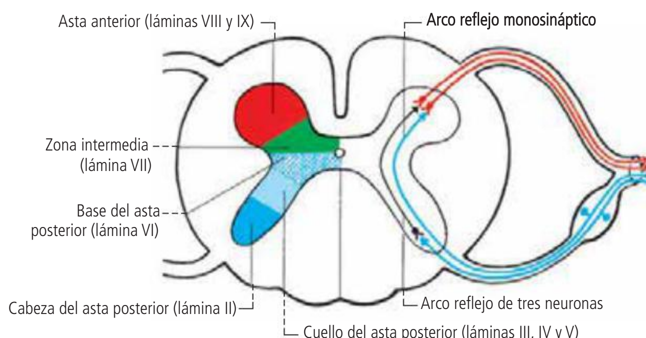


Fig. 29-2. **Sistematización de la sustancia gris de la médula espinal y arcos reflejos.**

Lámina I. Está atravesada por fibras provenientes de la raíz dorsal y corresponde al **núcleo marginal** [de Waldeyer].

Lámina II. Corresponde a la **sustancia gelatinosa** [de Rolando]. Recibe información aferente de fibras no mielinizadas e integra esta información con proyecciones hacia la lámina I.

Láminas III y IV. Entre ellas se encuentra el **núcleo propio** del asta posterior, y corresponde a la **segunda neurona** de la **vía del tacto protopático**, que asciende por el tracto espinotalámico anterior.

Lámina V. Corresponde a **interneuronas**. Posee una zona medial y otra lateral; esta última es más evidente a nivel cervical. Estas neuronas intercalares participan en las vías corticoespinal y rubroespinal.

Lámina VI. Comprende al **núcleo de la base** del asta posterior. Hace sinapsis en esta lámina la **segunda neurona** del **tracto espinocerebeloso anterior**.

Lámina VII. Es la más grande; posee tres sectores. En la **porción medial** aparece el **núcleo torácico posterior**, cuyas neuronas son las segundas del **tracto espinocerebeloso posterior**. En la **zona intermedia** aparece el **núcleo intermedio medial**, compuesto por las motoneuronas de Renshaw, cuya función es regular las descargas de las motoneuronas alfa. Por último, en la **zona lateral**, aparece el **núcleo intermediolateral**, origen de fibras preganglionares simpáticas que salen de la médula por la raíz anterior y llegan a los ganglios simpáticos por los ramos comunicantes blancos.

Lámina VIII. Son **neuronas intercalares** (interneuronas) ubicadas de dos maneras: en la base del asta anterior en los engrosamientos de la médula espinal, y por toda la base del asta anterior en los otros niveles. En esta lámina hacen sinapsis los siguientes tractos: **vestibuloespinal**, **reticuloespinal medular [bulbar]** y **pontino** y **tectoespinal**.

Lámina IX. Comprende grupos de neuronas motoras que forman islotes dentro de las láminas VII y VIII. Las **motoneuronas alfa (α)** cumplen la función de ser las **neuronas motoras inferiores** de la vía piramidal, mientras que las **motoneuronas gamma (γ)**, inervan a las fibras intrafusales de los músculos estriados, por lo cual ponen bajo control de los centros superiores los husos neuromusculares, y también se encargan de mantener el tono muscular.

Lámina X. Son neuronas ubicadas a nivel de la comisura gris que rodea al conducto central, y su función es la de transportar información vegetativa.

Sistematización de la sustancia blanca

La sustancia blanca de la médula espinal se organiza en cordones por los que discurren los tractos de fibras ascendentes y descendentes.

Para el estudio del funcionamiento de la médula espinal y la sustancia blanca puede tenerse en cuenta el nivel de complejidad e integración de sus conexiones. De este modo es posible describir:

A. Cada mielómero como una unidad funcional, es decir, el funcionamiento independiente de un segmento de médula espinal.
B. Un grupo de mielómeros conectados entre ellos funcionando conjuntamente, corresponde al funcionamiento de la médula espinal en forma intersegmentaria.
C. El conjunto de mielómeros como una estructura de conducción nerviosa interpuesta entre el sistema nervioso periférico y los segmentos superiores del sistema nervioso central, corresponde al funcionamiento de la médula espinal como vía de tránsito.

Médula espinal segmentaria

El funcionamiento más simple es el arco reflejo simple: comprende una neurona sensitiva, cuya prolongación periférica parte de los husos neuromusculares y cuyo cuerpo neuronal se encuentra en el ganglio espinal, situado en la raíz posterior del nervio espinal, y cuya prolongación central penetra en la médula espinal por esta raíz (**fig. 29-2**). Atraviesa el asta posterior de la sustancia gris para conectarse con una neurona motora. Esta motoneurona está situada en el asta anterior. Envía su axón por la raíz anterior hacia el músculo estriado periférico, en el cual desencadena una respuesta contráctil. Este reflejo comprende dos neuronas (reflejo bineuronal) y solo una sinapsis (reflejo monosináptico). Este reflejo simple (monosináptico) es el reflejo miotático o de estiramiento muscular.

Este modo de funcionamiento es, por cierto, muy básico para la vida corriente; en ella, la mayoría de los actos son más complejos. Sin embargo, es útil conocerlos en patología, dado que se puede realizar una tabla de los diferentes reflejos provocados por el estiramiento muscular, cuyo trayecto se conoce exactamente. Se sabe, por ejemplo, que el reflejo patelar (rotuliano) pasa por los mielómeros lumbares 2.° y 3.° y las raíces correspondientes, el reflejo calcáneo [aquiliano] pasa por el 1.er mielómero sacro, etc. Esto permite localizar ciertos procesos patológicos.

Médula espinal intersegmentaria

En ella, los mielómeros se hallan próximos o alejados, están reunidos por neuronas de asociación agrupadas en fascículos de asociación (**fig. 29-3**). Algunos son muy cortos y no abandonan la sustancia gris, por lo cual es prácticamente imposible identificarlos; otros, por el contrario, reúnen neuronas más alejadas unas de las otras y salen de la sustancia gris. Entre estos se distinguen:

Fascículos propioespinales. Se hallan constituidos por fibras que unen mielómeros bastante cercanos. Están situados en la periferia de la sustancia gris: **fascículos propios** de los cordones posterior, lateral, anterior.

Fascículos que unen mielómeros alejados. Asientan en el cordón posterior de la sustancia blanca. Son los siguientes:

- **Fascículos ascendentes:** constituyen en la sustancia blanca una zona en semiluna situada en la parte posterior de la sustancia gris: el **fascículo propio posterior**.
- **Fascículos descendentes:** están situados también en el cordón posterior; su emplazamiento varía según el nivel que se considera.

A. Médula cervicotorácica: fascículo interfascicular [en coma de Schultze].
B. Médula torácica inferior: fascículo interfascicular [cintilla periférica de Hoche].
C. Médula lumbar: fascículo septomarginal [centro oval de Flechsig].
D. Médula sacra: fascículo septomarginal [de Gombault y Phillipe].

Estos fascículos suponen la existencia de circuitos multineuronales responsables de actividades muy rudimentarias.

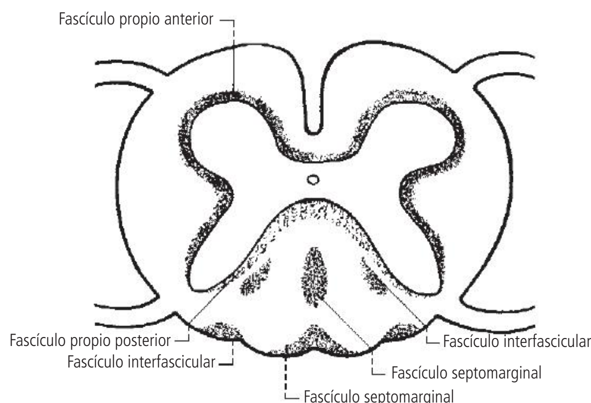


Fig. 29-3. Fascículos de asociación intramedulares.

Médula espinal como vía de tránsito

En las actividades de la vida de relación, la médula espinal no es sino un intermediario entre la periferia y los centros nerviosos superiores. En ella se encuentran, así, cierto número de fascículos que transportan impulsos sensitivos (ascendentes) y motores (descendentes) (véase **cap. 33**).

Vías ascendentes o sensitivas

Deben distinguirse las de la sensibilidad exteroceptiva o cutánea, las de la sensibilidad propioceptiva o profunda, y las de la sensibilidad interoceptiva o visceral (**fig. 29-4**).

Vías de la sensibilidad exteroceptiva o cutánea. Se trata de una sensibilidad consciente, cuyo punto de partida se encuentra en los receptores sensoriales de la piel, cada uno de los cuales posee una especialización precisa (sensibilidad al calor, al contacto, al dolor, etc.). Estos receptores están unidos a la neurona unipolar del ganglio espinal; es la neurona cuya prolongación central puede tener un destino diferente:

- **Sensibilidad termoalgésica** (temperatura y dolor): la prolongación central llega a la cabeza del asta posterior, donde se pone en contacto con una segunda neurona; su axón atraviesa el plano mediano por la comisura gris y llega al cordón lateral del lado opuesto en las proximidades del asta anterior. Aquí, el axón se dirige desde abajo hacia arriba, en dirección a los centros superiores. El conjunto de estos axones forma el tracto espinotalámico lateral, situado lateral a la cabeza del asta anterior de la médula espinal (**fig. 29-4**).
- **Sensibilidad táctil protopática** (grosera): el trayecto del axón es bastante semejante, pero el axón de la segunda neurona va a ubicarse en un tracto situado adelante y medial al precedente, por delante del asta anterior: es el tracto espinotalámico anterior. El conjunto de los dos tractos espinotalámicos forma el sistema anterolateral.
- **Sensibilidad táctil epicrítica** (fina): sus fibras pasan por el cordón posterior. No cruzan el plano mediano en la sustancia gris cercana al conducto central, lo que explica que, en

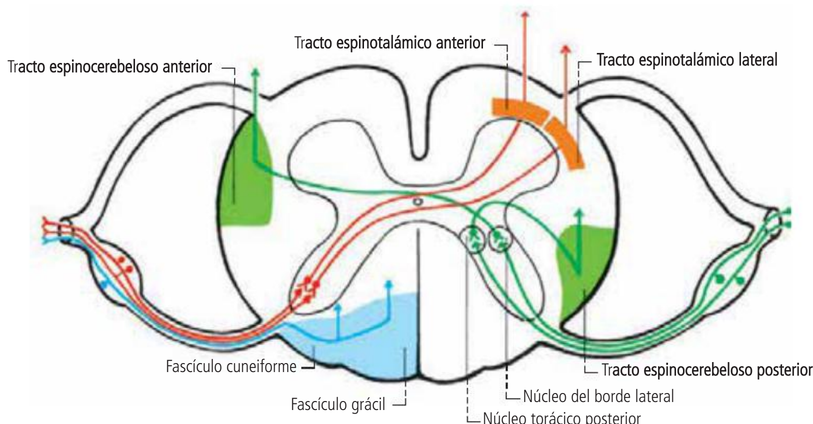


Fig. 29-4. Disposición de las vías ascendentes en la médula espinal. En azul, sensibilidad exteroceptiva y propioceptiva consciente; en naranja, sensibilidad táctil simple y termoalgésica; en verde, sensibilidad propioceptiva inconsciente.

la agresión degenerativa de esta sustancia gris (siringomielia), la sensibilidad epicrítica persista, mientras que las otras sensibilidades exteroceptivas están suprimidas (disociación siringomiélica).

Vías de la sensibilidad propioceptiva o profunda. Es la de las articulaciones y de los músculos; desempeña una acción muy importante en las actividades musculares, ayudando al sentido de la actitud. Es una sensibilidad consciente e inconsciente:

- **Sensibilidad consciente:** transmite sensaciones propioceptivas. La primera neurona se encuentra en el ganglio espinal. Su prolongación central no pasa por el asta posterior, sino que penetra directamente en el cordón posterior del mismo lado y asciende verticalmente hacia los centros superiores. A medida que estos axones llegan al cordón posterior, rechazan hacia el plano mediano a los que han penetrado más abajo. Así, en la parte alta de la médula espinal, las fibras de origen cervical son las más laterales, las de origen sacro, las más mediales. En la cara posterior de la médula espinal un surco longitudinal, el intermedio posterior, parece separar este fascículo posterior en dos porciones: la parte medial o fascículo grácil [fascículo de Goll], y la parte lateral o fascículo cuneiforme [fascículo de Burdach] (**fig. 29-4**).
- **Sensibilidad profunda inconsciente**: transmite esencialmente a los centros superiores (en especial, cerebelosos) impulsos concernientes a la posición de los diferentes segmentos de los miembros. Permite a los centros enviar impulsos correctores de toda variación de esta posición. Se halla, pues, en la base de la regulación del tono muscular, de la estática y del movimiento. El cuerpo de la primera neurona se encuentra en el ganglio espinal, su prolongación central termina en la parte media del asta posterior. Allí hace sinapsis con la segunda neurona, situada en el núcleo torácico posterior [núcleo de Clarke], para las neuronas que corresponden a los miembros inferiores y al tronco. El axón atraviesa enseguida la sustancia gris para formar el tracto espinocerebeloso posterior [directo o de Flechsig], en la parte posterior del cordón lateral del mismo lado (sin cruzar el plano mediano) (**fig. 29-4**). Las fibras provenientes de los miembros superiores hacen sinapsis en el núcleo de la región lateral de la sustancia gris medular. El axón cruza entonces el plano mediano situado en la sustancia gris, alrededor del conducto central, y llega a la parte anterior del cordón lateral del lado opuesto, formando el tracto espinocerebeloso anterior [cruzado o de Gowers]. Los axones de este tracto terminan en el cerebelo.

Vías de la sensibilidad interoceptiva. Transmiten la sensibilidad visceral. Sus vías siguen un recorrido paralelo a las de la sensibilidad somática en la sustancia gris de la médula espinal.

Vías descendentes o motoras

Se distinguen las vías motoras voluntarias, provenientes del giro precentral de la corteza del cerebro, y las vías motoras involuntarias, originadas en diferentes centros nerviosos, profundos en relación con la corteza cerebral (**fig. 29-5**).

Motricidad de origen cortical. Vías piramidales (**fig. 29-5**): se originan en las grandes células del giro precentral. Sus axones se agrupan en la parte alta de la médula espinal en dos contingentes: uno que cruza el plano mediano en la médula oblongada (el **tracto corticoespinal lateral**), y otro contingente que desciende directamente en la médula espinal (el **tracto corticoespinal anterior**).

A. Tracto corticoespinal lateral [piramidal cruzado]: desciende por la parte media del pedúnculo cerebral (3/5 medios); es grueso, forma los 4/5 del tracto piramidal, del que representa una de las divisiones que se producen en la médula oblongada; en ella se aleja del tracto corticoespinal anterior, se dirige hacia atrás y medialmente, cruza el plano mediano, constituyendo la **decusación de las pirámides**, y luego se inflexiona para descender en el cordón lateral de la médula espinal, en contacto con el asta posterior. A la altura de cada mielómero penetran axones en la cabeza del asta anterior del mismo lado, y hacen sinapsis con el cuerpo celular de la segunda neurona. El axón de esta neurona deja entonces la médula espinal

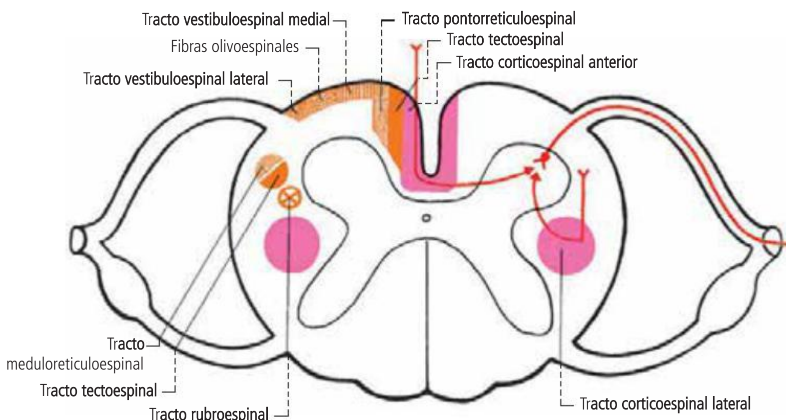


Fig. 29-5. Disposición de las vías descendentes en la médula espinal. En rojo, vías motoras piramidales; en naranja, vías motoras extrapiramidales.

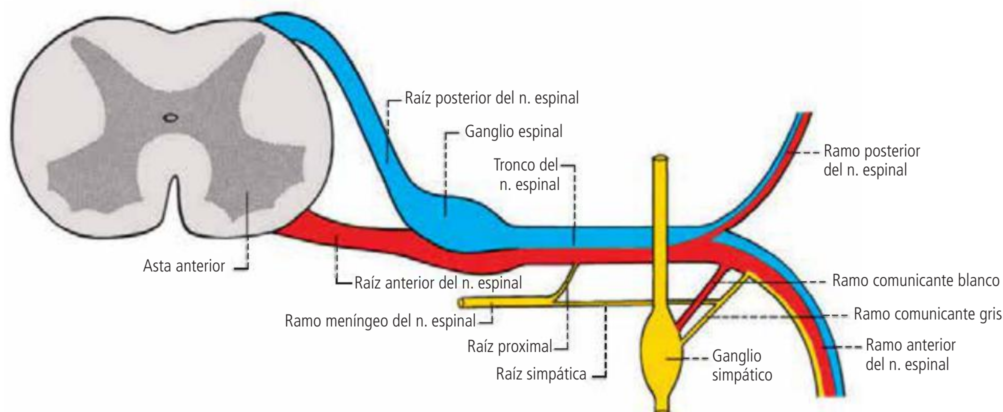


Fig. 29-6. Esquema de la formación de un nervio espinal.

por la raíz anterior, para alcanzar el músculo estriado correspondiente.

B. Tracto corticoespinal anterior [piramidal directo]: participa en la formación del cordón anterior de la médula espinal, en contacto con la fisura mediana, situado en la parte medial del cordón anterior. Sus axones lo abandonan en cada mielómero, atravesando el plano mediano para terminar en el asta anterior opuesta. Allí la segunda neurona que encuentra es idéntica a la que ya se ha descrito precedentemente. Por lo tanto, todas las vías motrices voluntarias son cruzadas, sea en la médula oblongada o en la médula espinal. A una lesión del giro precentral corresponde una parálisis del lado opuesto del cuerpo (hemiplejía).

Motricidad de origen subcortical. Vías extrapiramidales: en algunos casos no obedecen a la voluntad, pero transportan impulsos que provienen de determinado número de centros situados a lo largo del neuroeje. Estos centros reciben impulsos sensitivos diversos a partir de los cuales envían impulsos motores que regulan la actividad motriz automática. Intervienen también en la preparación para efectuar los movimientos "voluntarios", colaborando con la vía piramidal. Se distinguen 5 tractos:

A. Tracto rubroespinal (**fig. 29-5**): proviene del núcleo rojo; está situado en el cordón lateral, delante del tracto corticoespinal lateral.

B. Tracto olivoespinal (**fig. 29-5**): está constituido por neuronas cuyos cuerpos celulares asientan en el núcleo olivar inferior, sus axones terminan en el asta anterior homolateral y está situado en el cordón anterior.

C. Tracto reticuloespinal (**fig. 29-5**): está formado por neuronas cuyos cuerpos asientan en la formación reticular del tronco cerebral. Sus axones descienden por el cordón anterior homolateral y terminan en el asta anterior del mismo lado. Otras fibras descienden en el cordón lateral de la médula espinal, por fuera de la cabeza del asta anterior (**fig. 29-5**).

D. Tracto tectoespinal (**fig. 29-5**): es estrecho y está constituido por neuronas cuyos cuerpos asientan en el colículo superior; sus axones descienden entre el fascículo longitudinal medial, atrás, y el lemnisco medial, adelante. En la médula espinal, unos haces se sitúan en el cordón anterior y otros, en el cordón lateral, por fuera de la cabeza del asta anterior de la médula. En la curvatura de su trayecto está acompañado por fibras del tracto tectomedular.

E. Tractos vestibuloespinales (**fig. 29-5**): se originan en los núcleos vestibulares del tronco encefálico. El **tracto vestibuloespinal lateral** se origina en el núcleo vestibular lateral que recibe proyecciones desde el cerebelo. Este tracto desciende dorsal al núcleo olivar inferior, luego se ubica siguiendo el borde lateral del núcleo del nervio accesorio y desciende a lo largo de la médula espinal por la parte anterior del cordón lateral, ventral al tracto espinotalámico anterior, sin decusarse. Alcanza los segmentos sacros de la médula espinal. El **tracto vestibuloespinal medial** tiene origen principalmente en los núcleos vestibulares medial e inferior y una pequeña cantidad de fibras en el núcleo vestibular lateral. El núcleo vestibular medial recibe fibras provenientes de la mácula del utrículo y de las crestas ampulares del oído interno. Una parte de las fibras de este tracto se decusan, mientras que otras descienden sin hacerlo, y se integran al fascículo longitudinal medial descendiendo por el cordón anterior de la médula espinal para dirigirse al asta anterior contralateral u homolateral, respectivamente. Este tracto alcanza la porción torácica de la médula espinal.

En cada mielómero, los axones de estos tractos están en relación con una neurona motora del asta anterior, al igual que las vías de la motricidad voluntaria. Así, las células del asta anterior de la médula forman la segunda neurona de todas las vías motrices piramidales y extrapiramidales: es la **vía final común** [de Sherrington].

FIBRAS DE LAS RAÍCES ESPINALES

Raíces anteriores. En la raíz anterior se encuentran (**fig. 29-6**):

- Axones de neuronas motoras cuyo cuerpo se ubica en el asta anterior que inervan músculos estriados. Estas neuronas motoras son la vía final común.
- Axones de neuronas motoras del sistema nervioso autónomo. Son fibras mielinizadas que unen los centros vis-

ceromotores del asta lateral con los ganglios simpáticos a través de los ramos comunicantes blancos.

Raíces posteriores. Están formadas por las prolongaciones centrales de las neuronas seudounipolares cuyos cuerpos se ubican en los ganglios espinales. Las fibras que conducen la sensibilidad visceral llegan a las raíces posteriores a través de los ramos comunicantes blancos, luego de atravesar los ganglios del tronco simpático, sin hacer sinapsis a ese nivel.

TERRITORIOS MEDULARES Y RADICULARES

Se definen así los territorios motores y sensitivos correspondientes a cada raíz. Estos territorios corresponden al segmento medular, en el cual se origina la raíz. Pero las fibras de asociación intersegmentarias son tales que el nervio espinal y, más aún, los nervios periféricos originados en la unión de varias raíces (plexos) tienen una topografía diferente (topografía troncular). El conocimiento de los territorios radiculomedulares, por una parte, y los tronculares, por otra, es esencial para el establecimiento de los diagnósticos neurológicos que conciernen a la inervación somática (sensitiva o motora).

Territorios sensitivos

Se los llama **dermatomas**; reproducen la disposición metamérica: bandas circulares alrededor del cuello y del tronco, y bandas longitudinales en el eje de los miembros (**figs. 29-7** y **29-8**).

A. **Dermatomas del cuello y del tronco:** corresponden a las raíces C2 y C3 para el cuello, a las nueve raíces intercostales y a la primera raíz lumbar para el tórax y el abdomen, y a las dos últimas raíces sacras para la región perineo-escrotal.
B. **Dermatomas de los miembros:** son diferentes para las cinturas y los miembros propiamente dichos:

- Cintura pectoral: C4, C5 y T2.
- Miembro superior: C4 a T2.
- Cintura pélvica y miembro inferior: L1 a S2.

El estudio de los esquemas (**figs. 29-7** y **29-8**) instruye sobre la forma de los diferentes territorios y sus límites.

Territorios motores

Cada músculo posee centros medulares situados en diversos segmentos que envían fibras a varias raíces anteriores; a la inversa, cada raíz anterior contiene fibras destinadas a músculos diferentes. Nótese, sin embargo, que esos músculos están situados en una misma región y aseguran, por sus contracciones, funciones diferentes. La raíz motora y los centros medulares de donde esta proviene comandan así "un sector muscular", pero no una "función" (**figs. 29-9** y **29-10**).

La delimitación de estos grupos musculares y su referencia a tal o cual raíz están representadas en las figuras sobre topografía radicular de los músculos, más elocuentes que el texto.

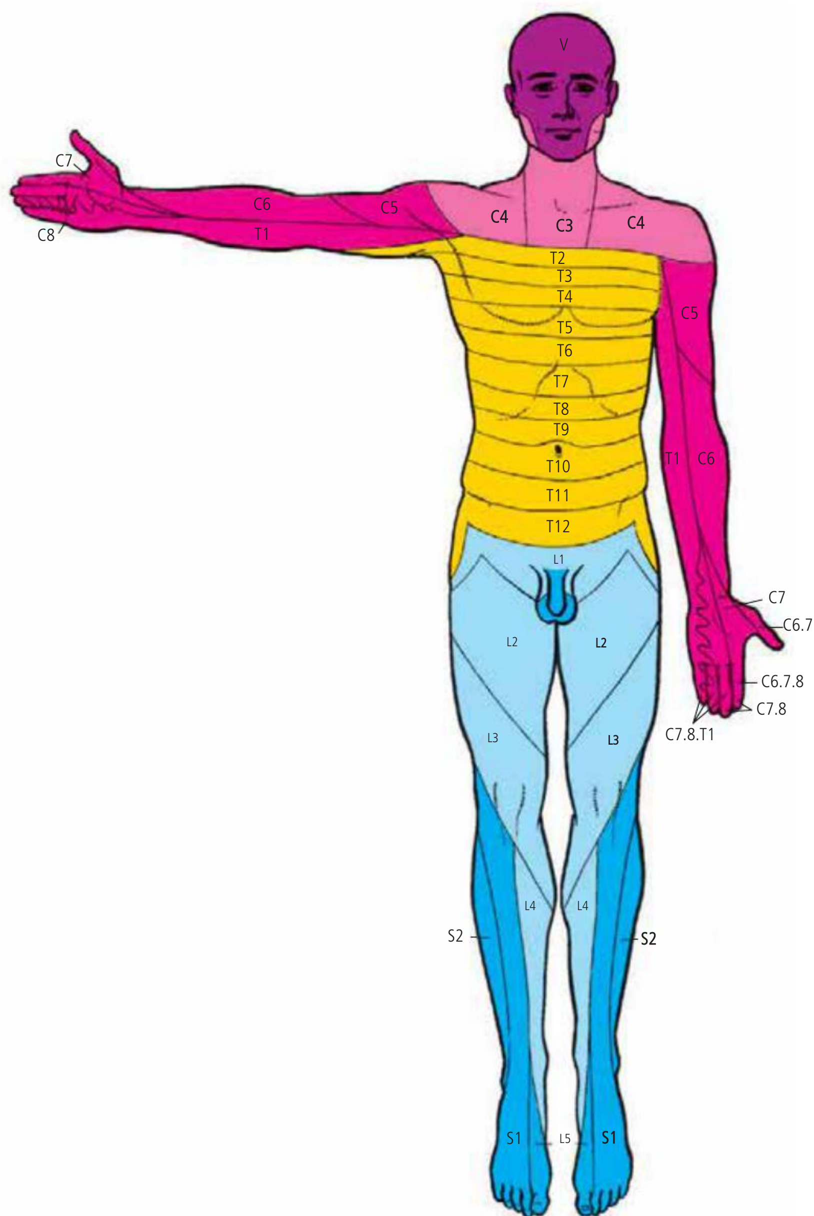


Fig. 29-7. **Topografía sensitivorradicular de la piel. Identificación del territorio cutáneo inervado por los nervios espinales:** dermatomas. Vista anterior (según Déjerine).

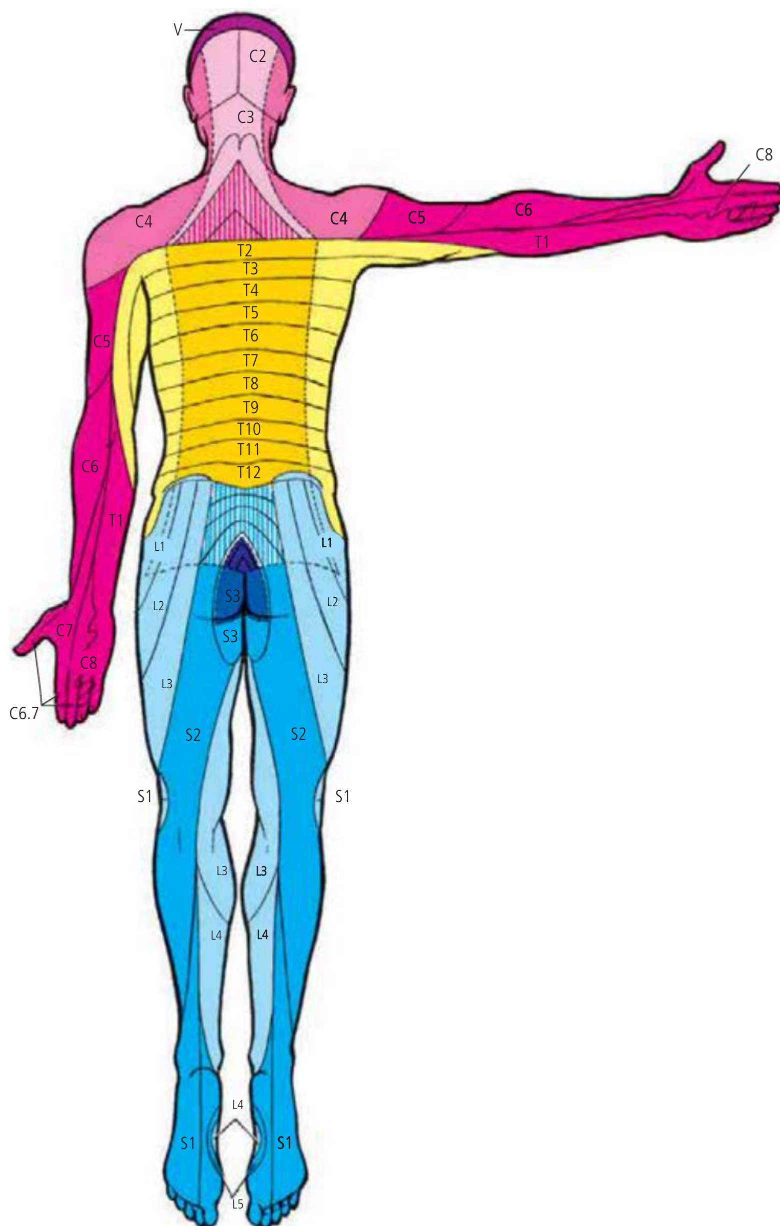


Fig. 29-8. **Topografía sensitivorradicular de la piel. Identificación del territorio cutáneo inervado por los nervios espinales:** dermatomas. Vista posterior (según Déjerine).

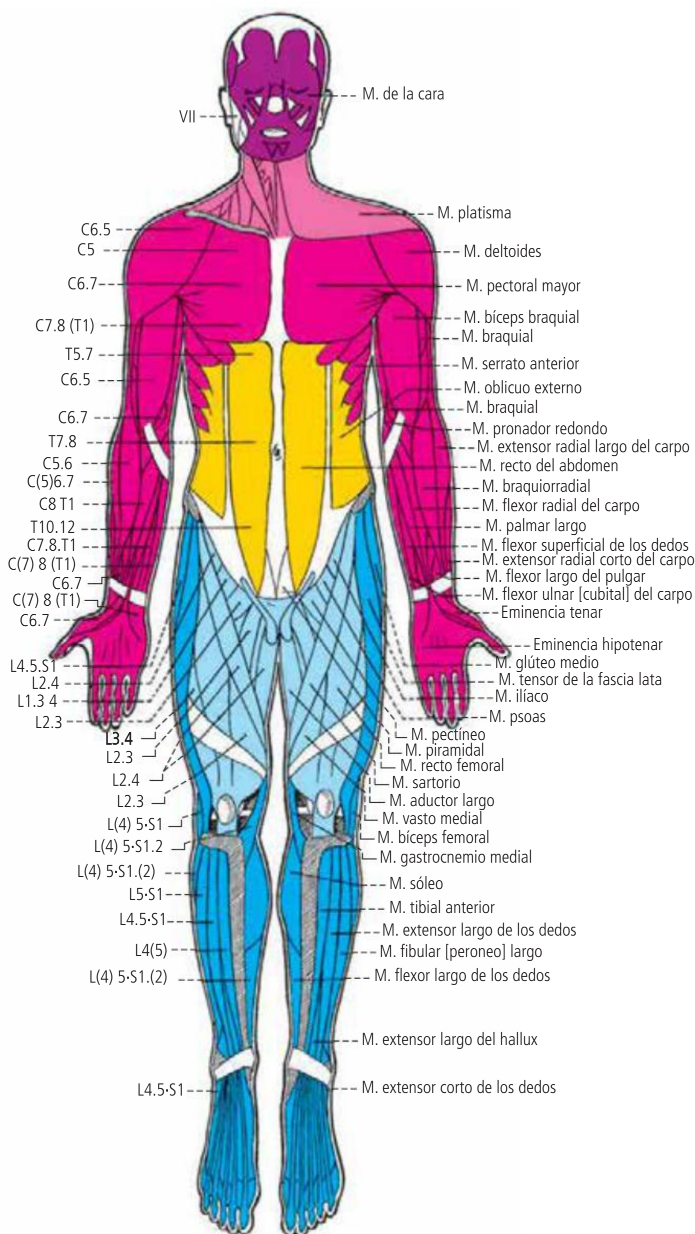


Fig. 29-9. **Identificación de la inervación de los músculos de la capa superficial: miotomas. Vista anterior del cuerpo (según** Déjerine).

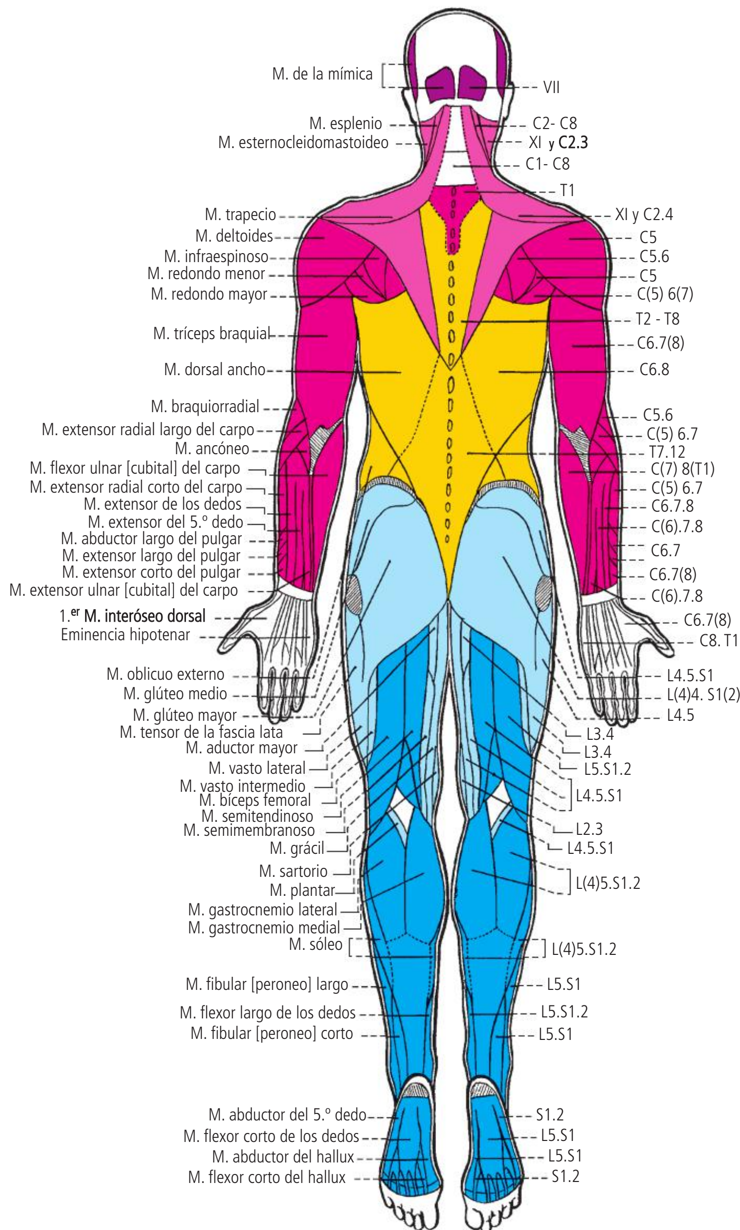


Fig. 29-10. Identificación de la inervación de los músculos de la capa superficial: miotomas. Vista posterior del cuerpo (según Déjerine).

Véanse **Casos clínicos:** *Tabes dorsal, Fractura cervical y Siringomielia*

30 Configuración interna y sistematización del tronco encefálico

El tronco encefálico está conformado por la médula oblongada, el puente y el mesencéfalo, estableciendo una **zona de transición** entre la médula espinal, los hemisferios cerebelosos y el prosencéfalo (telencéfalo y diencéfalo). Si bien la configuración interna de estos segmentos es particular en cada uno en el individuo adulto, todos provienen del tubo neural embrionario, de diferentes vesículas encefálicas. A medida que las estructuras se cefalizan adquieren mayor complejidad, pero resultan comparables en su origen y función.

CONFIGURACIÓN INTERNA

Médula oblongada

Presenta dos segmentos, uno inferior y uno superior.

A. Segmento inferior: la sustancia gris comienza a modificar su distribución respecto de la que presenta a nivel de la médula espinal en forma de columnas unidas por comisuras. Los núcleos relacionados con funciones motoras conservan su ubicación ventral respecto al conducto central y los núcleos sensitivos su ubicación dorsal a él, pero no conforman las columnas descritas.

B. Segmento superior: corresponde al piso del cuarto ventrículo [segmento bulbar]. El conducto central se dilata hacia dorsal y lateral para formar el cuarto ventrículo de manera que desplaza a los núcleos motores en dirección ventral y lateral y a los núcleos sensitivos en dirección medial. Además, a este nivel aparece el **complejo olivar inferior**, de ubicación anterolateral. La sustancia gris está fragmentada en núcleos situados en relación con el piso del cuarto ventrículo. En el centro se encuentran los núcleos de la formación reticular de la médula oblongada [bulbar] (**fig. 30-1**).

Puente

Se puede dividir en dos partes: la porción basilar, de ubicación ventral, y el tegmento pontino [calota protuberancial], de ubicación dorsal (**fig 30-2**).

A. Porción basilar: presenta **fibras longitudinales** de sustancia blanca (tractos) y **fibras transversales** (fibras pontocerebelosas). Los tractos a este nivel se disgregan para pasar entre las fibras transversales y la sustancia gris. La sustancia gris está constituida por los núcleos del puente [protuberanciales].

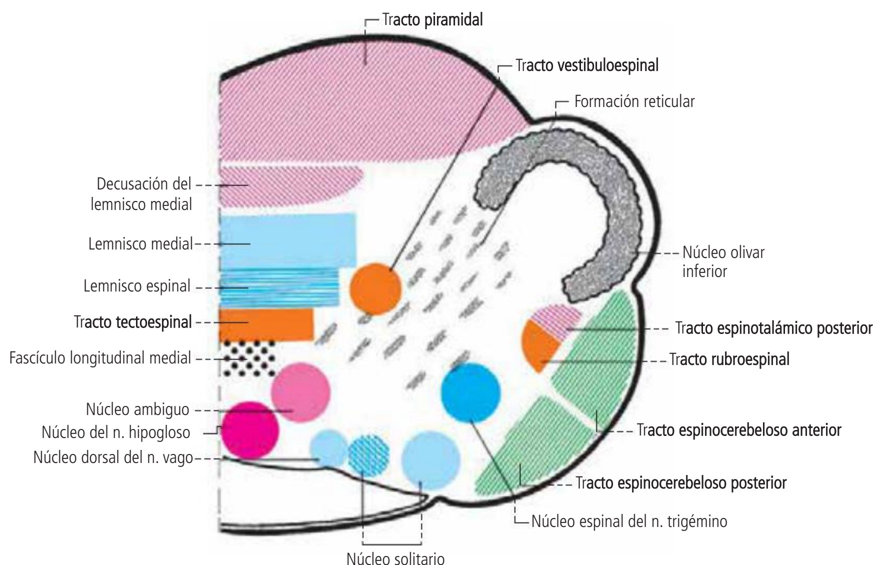


Fig. 30-1. Corte horizontal a nivel de la parte media de la médula oblongada.

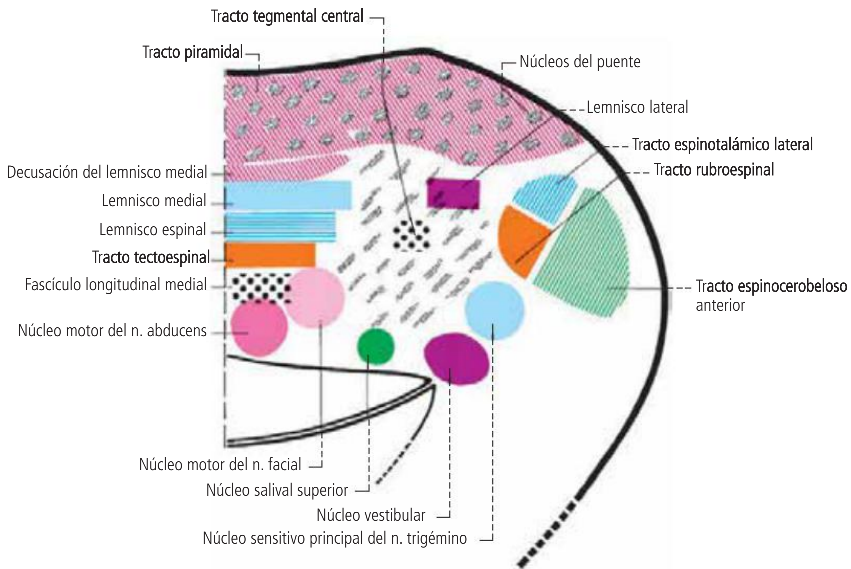


Fig. 30-2. Corte horizontal a nivel de la parte media del puente.

B. Tegmento del puente: ubicado entre las fibras transversas del puente y el cuarto ventrículo. Contiene núcleos de la formación reticular y tractos de sustancia blanca. La sustancia gris está organizada en núcleos motores, sensitivos y sensoriales, que se encuentran en la profundidad del piso del cuarto ventrículo.

Mesencéfalo

Dividido en tres porciones (**fig. 30-3**):

A. Los **pedúnculos cerebrales**, derecho e izquierdo, de ubicación ventral. Están formados por fibras que descienden desde los hemisferios cerebrales hacia el tronco del encéfalo o la médula espinal, corresponden a sustancia blanca. Entre ambos pedúnculos queda delimitada la fosa interpeduncular.

B. El **tegmento [calota] del mesencéfalo** es el sector entre los pedúnculos cerebrales y el techo del mesencéfalo. Está atravesado por el acueducto del mesencéfalo [de Silvio], que es el conducto que comunica el tercer ventrículo con el cuarto ventrículo. En el tegmento mesencefálico se encuentran:

- **Núcleo rojo**: uno derecho y otro izquierdo, se ubican en la región más craneal del mesencéfalo, se extienden hasta la región subtalámica. Se encuentran atravesados en dirección posteroanterior por las fibras del nervio oculomotor.
- **Fascículos** de sustancia blanca, **núcleos de la formación reticular** y **núcleos de nervios craneales**.

C. El **techo del mesencéfalo**, que presenta los cuatro **colículos** [tubérculos cuadrigéminos], dos superiores y dos inferiores.

SISTEMATIZACIÓN

Núcleos de los nervios craneales

Están situados en la proximidad del piso del cuarto ventrículo. Por lo tanto, se encuentran en una situación posterior en el tronco encefálico (**fig. 30-4**).

Teniendo en cuenta el desarrollo embriológico de la sustancia gris, la distribución de los núcleos de los nervios craneales presenta cierta similitud con los núcleos motores y sensitivos de la médula espinal. La diferencia de posición entre unos y otros se debe a que, a nivel del tronco encefálico, la dilatación del conducto central para formar el cuarto ventrículo desplaza los núcleos, de manera que los motores quedan ubicados hacia medial y los sensitivos hacia lateral. En el caso de los núcleos del sistema autónomo, que en la médula espinal se ubican en el asta lateral, en el tronco encefálico son más numerosos y están más individualizados.

Se describen, de medial a lateral:

- Núcleos motores somáticos.
- Núcleos motores viscerales.
- Núcleos sensitivos viscerales.
- Núcleos sensitivos somáticos.

Todos los nervios craneales con componente motor (eferente) que tienen sus orígenes reales en el tronco encefálico, se encuentran formados por fibras que provienen de estos núcleos motores. Asimismo, los nervios craneales con componentes sensitivos (aferentes) que se relacionan con el tronco tienen su segunda neurona en núcleos de este nivel.

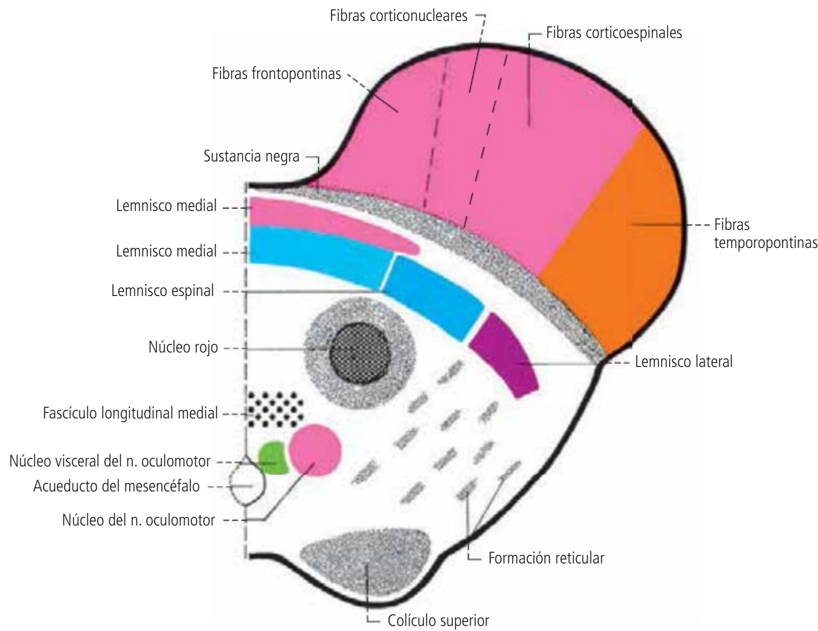


Fig. 30-3. Corte horizontal a nivel de la parte media del mesencéfalo.

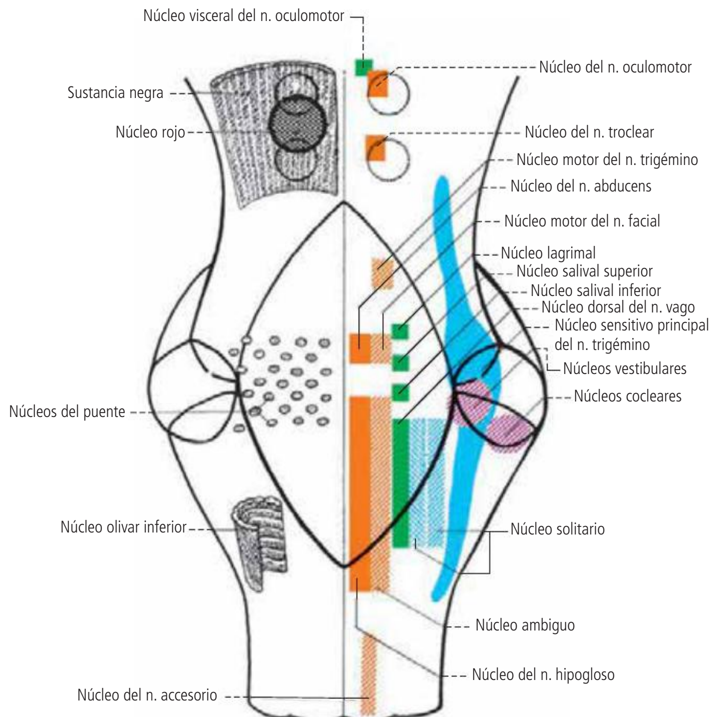


Fig. 30-4. Núcleos propios del tronco del encéfalo (en la mitad izquierda) y núcleos de los nervios craneales (en la mitad derecha), vista posterior.

Núcleos motores somáticos

El desarrollo del extremo cefálico del embrión se realiza, por una parte, a partir de los somitas más anteriores y, por otra, a partir de los arcos faríngeos [branquiales] y de las hendiduras faríngeas [branquiales]. Los somitas y los arcos faríngeos reciben nervios motores diferentes, cuyos núcleos se agrupan en dos columnas motoras distintas. La columna que inerva al músculo estriado derivado de somitas se clasifica como **motor (eferente) somático general**, mientras que la columna que inerva al músculo estriado derivado de arcos faríngeos se clasifica como **motor (eferente) somático especial**:

A. **Columna paramediana y superficial, motor somático general:** destinada a los elementos **somíticos** que inervan los músculos motores del ojo y de la lengua. Se hallan, de rostral hacia caudal: en el mesencéfalo, el núcleo motor somático del **nervio oculomotor** y el núcleo del **nervio troclear**; a nivel del piso del cuarto ventrículo, el núcleo del **nervio abducens** y el núcleo del **nervio hipogloso**.
B. **Columna lateral y ventral, motor somático especial:** destinada a las estructuras derivadas de los **arcos faríngeos**: el núcleo motor del **nervio trigémino**; el núcleo motor del **nervio facial**; el núcleo **ambiguo**, que envía fibras al **nervio glosofaríngeo**, al **nervio vago** y a la **raíz craneal del nervio accesorio**.

Núcleos motores viscerales

Pertenecen al sistema nervioso parasimpático y están ubicados lateralmente en relación con la columna motora somática. Esta columna se clasifica como **motor (eferente) visceral general**. Inerva músculo liso, de origen mesodérmico, glándulas, corazón, sistemas respiratorio, digestivo y urogenital. Comprenden, de arriba hacia abajo:

- El núcleo **visceral del nervio oculomotor**, destinado a la inervación de los músculos intrínsecos del ojo.
- El núcleo **lagrimal**, que envía sus fibras por el nervio intermedio [de Wrisberg] para inervar a la glándula lagrimal.
- El núcleo **salival superior**, cuyos axones se encuentran en el nervio intermedio y forman parte de la inervación de las glándulas salivales submandibular y sublingual.
- El núcleo **salival inferior**, cuyas fibras integran el nervio glosofaríngeo para proveer la inervación de la glándula parótida.
- El núcleo **dorsal del nervio vago**, que inerva vísceras torácicas y abdominales.

Núcleos sensitivos viscerales

Esta columna comprende núcleos en los cuales se ubica la segunda neurona de las vías sensitivas de estructuras derivadas de mesodermo. Se clasifican como **aferencias viscerales generales** cuando provienen de mucosas y **especiales** cuando se relacionan con las modalidades sensoriales (gusto). El núcleo **solitario**, que corresponde a los nervios **intermedio** (gusto de la región anterior de la lengua y sensibilidad de las glándulas salivales), **glosofaríngeo** (gusto de la región posterior de la lengua y sensibilidad de la faringe, glomus y seno carotídeo) y **vago** (gusto de la vallécula epiglótica y base de la lengua y sensibilidad de laringe y faringe, sistema respiratorio y tubo digestivo).

Núcleos sensitivos somáticos

Son masas de neuronas sensitivas que constituyen la terminación de los nervios craneales responsables de la inervación de derivados somíticos. Las fibras que provienen de los derivados del ectodermo general se clasifican como **aferentes somáticos generales**. Los relacionados con modalidades sensoriales se clasifican como **aferentes somáticos especiales**. Estas neuronas se agrupan en dos columnas:

A. **Columna dorsal, aferente somático especial:** comprende los núcleos **vestibulares** (equilibrio) y los núcleos **cocleares** (audición) que corresponden al nervio **vestibulococlear**.
B. **Columna ventral, aferente somático general:** de craneal a caudal se ubican en esta columna: el núcleo **mesencefálico del nervio trigémino**, que recibe la propiocepción proveniente de la cabeza; el núcleo **sensitivo principal del nervio trigémino**, a nivel del puente, que recibe la sensibilidad táctil de la cara, y una prolongación inferior, el núcleo **espinal del nervio trigémino**, que recibe a las fibras de la sensibilidad exteroceptiva termoalgésica.

Núcleos propios del tronco encefálico

Son numerosos. Se describen solo los principales (**fig. 30-4**).

A. **Complejo olivar inferior (núcleos olivares inferiores):** es un complejo de núcleos. El mayor de ellos es el núcleo principal, es una estructura de sustancia gris, clásicamente descrita con apariencia de una "bolsa" abierta hacia medial y posterior, convexa hacia adelante y lateralmente, que protruye sobre la cara anterolateral de la médula oblongada. Está conectado con:

- El cerebro, por un tracto ascendente.
- El cerebelo, por un tracto olivocerebeloso que, en el plano mediano, se entrecruza con el tracto olivocerebeloso contralateral.
- La médula espinal, por el tracto olivoespinal.
- La formación reticular del tronco encefálico, a la que parece estar unida de manera extremadamente difusa.

B. **Núcleos de los cordones posteriores:** son los núcleos grácil [Goll] y cuneiforme [Burdach].
C. **Núcleos del puente:** son núcleos pequeños y numerosos, situados en la porción basilar del puente, que obligan a las fibras de la vía motora (piramidal) a disgregarse para pasar entre ellos. Están unidos al cerebro por fibras corticopontinas y al cerebelo por medio de las fibras del pedúnculo cerebeloso medio.
D. **Núcleo rojo:** núcleo del mesencéfalo, ovoide, que se extiende desde el límite inferior del colículo superior hasta la región subtalámica. Está constituido por dos porciones: una, parvocelular, que es la principal, de ubicación dorsolateral, y la otra, magnocelular, más reducida, ubicada en posición ventromedial. Recibe fibras del hemisferio cerebeloso contralateral por el pedúnculo cerebeloso superior y algunas que proceden de la corteza frontal homolateral. Emite fibras hacia la formación reticular de la médula oblongada y el puente contralateral, hacia la médula espinal por el tracto rubroespinal y hacia el núcleo ventral lateral del tálamo.

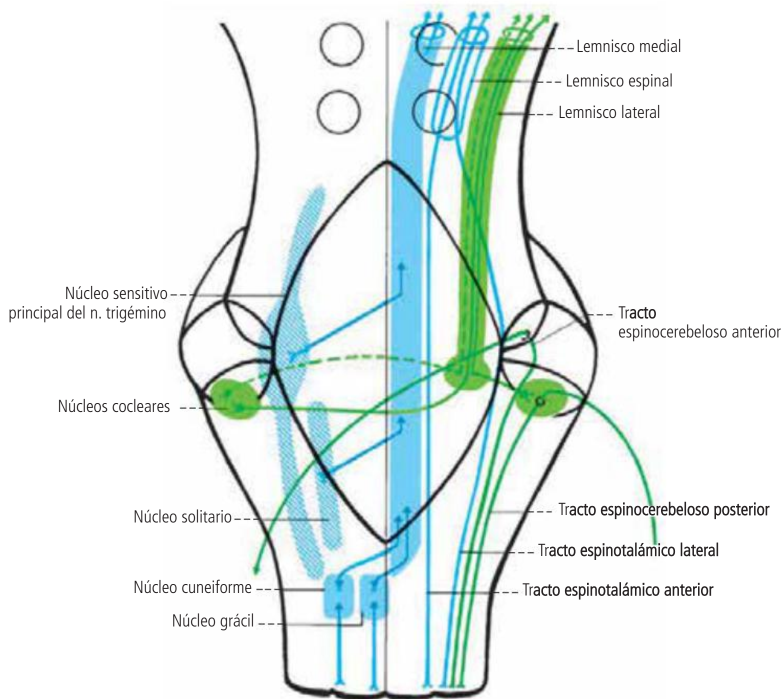


Fig. 30-5. Trayecto de las vías ascendentes en el tronco encefálico.

E. Sustancia negra [locus niger]: es una lámina de sustancia gris situada en el tegmento del mesencéfalo, inmediatamente posterior a los pedúnculos cerebrales; presenta una forma semilunar con concavidad posterior. Su parte medial está atravesada por fibras del nervio oculomotor. Se la encuentra dividida en dos partes: una dorsal, compacta, y otra ventral, reticular; ambas se extienden hacia rostral hasta la región subtalámica. Recibe fibras motoras que provienen de los giros precentral y poscentral, que terminan en la parte reticular de la sustancia negra. Las fibras provenientes del núcleo caudado y del putamen terminan en la parte compacta de la sustancia negra. Emite fibras hacia el cuerpo estriado, hacia el tálamo y hacia la formación reticular.

F. Colículos superior e inferior [tubérculos cuadrigéminos]: representan los núcleos del techo del mesencéfalo (lámina tectal) y están situados en su parte superior, próximos al tálamo. Se encuentran en relación directa con las vías sensitivo-sensoriales. Los núcleos de los colículos superiores protruyen en la cara posterior de la lámina tectal, participan en la coordinación de los movimientos oculares y están constituidos por siete capas de neuronas:

- **Capa I:** capa zonal; fibras provenientes de la corteza occipital (áreas 17, 18 y 19 de Brodmann).
- **Capa II:** capa gris superficial; pequeñas neuronas multipolares que hacen sinapsis en las capas adyacentes.
- **Capa III:** capa óptica; numerosas fibras provenientes del tracto óptico, del cuerpo geniculado lateral y de la corteza cerebral, separadas por grandes células multipolares.
- **Capa IV:** capa gris intermedia; capa de separación.
- **Capa V:** capa medular intermedia; capa de separación.
- **Capa VI:** capa gris profunda; adyacente a la sustancia gris central, recibe fibras de la corteza occipital (áreas 18 y 17), fibras espinotectales y fibras del colículo inferior.
- **Capa VII:** capa medular profunda; adyacente a la sustancia gris central, recibe fibras de la corteza occipital (áreas 18 y 17), fibras espinotectales y fibras del colículo inferior.

Los colículos superiores están en conexión por una comisura extendida entre ellos. Emiten los tractos tectomedular y tectoespinal, y fibras para la formación reticular, la sustancia negra, la zona incierta y, probablemente, para los núcleos pontinos.

Los núcleos de los colículos inferiores participan de la vía acústica. Representan el centro de coordinación y de control de los reflejos que corresponden a los estímulos de los sonidos. Están constituidos por pequeñas neuronas multipolares rodeadas de una cápsula. Los axones de las células de estos núcleos ingresan en el cuerpo geniculado medial a través del brazo inferior, o en el núcleo contralateral pasando por la comisura del colículo inferior. El núcleo del colículo inferior recibe fibras del lemnisco lateral, y la mayor parte de estas terminan en el colículo inferior homolateral, mientras que otras terminan en el contralateral, cruzando el plano mediano a través de la comisura del colículo inferior. A partir de ellos se forman fibras descendentes que constituyen los tractos tectoespinal, tectomedular y tectopontino, que unen los centros auditivos y ópticos a los núcleos motores del tronco encefálico y de la médula espinal.

Fascículos ascendentes sensitivos y sensoriales

Algunos de ellos prolongan los fascículos presentes en la médula espinal. Otros nacen de los núcleos sensitivos y sensoriales de los nervios craneanos (**fig. 30-5**).

Vías de la sensibilidad exteroceptiva

Llegan a la médula oblongada en dos tractos:

A. Tracto espinotalámico anterior (**fig. 30-5**): son fibras del cordón anterior de la médula espinal. Situado por delante del asta ventral, vehiculiza la sensibilidad táctil protopática. Está constituido por axones de neuronas cuyos cuerpos se encuentran en la cabeza del asta dorsal, que cruzan el plano mediano atravesando la comisura blanca anterior de la médula espinal. En el cordón anterior contralateral, estos se acodan y ascienden, y de esta manera constituyen el tracto espinotalámico anterior. Una vez que llegan al puente, se incorporan al lemnisco medial y continúan su ascenso, terminando en el núcleo ventral posterolateral del tálamo.

B. Tracto espinotalámico lateral (**fig. 30-5**): constituido por fibras sensitivas que vehiculizan los estímulos exteroceptivos (temperatura y dolor: sensibilidad termoalgésica). Los cuerpos de estas neuronas asientan en el asta posterior, y sus axones cruzan el plano mediano atravesando la comisura blanca anterior de la médula espinal. En el cordón lateral del lado opuesto, se acodan y ascienden cercanos al borde medial del tracto espinocerebeloso anterior cruzado; llegan al mesencéfalo y se ubican entre los lemniscos lateral y medial, incorporándose a este último. Continúan su ascenso hasta el núcleo ventral posterolateral del tálamo. Las fibras nerviosas más laterales y posteriores corresponden a la parte inferior del cuerpo. Las mediales y anteriores, a las regiones superiores. Esto se denomina distribución somatotópica de las fibras. Las fibras que vehiculizan la sensibilidad térmica son posteriores, mientras que las anteriores están vinculadas con la recepción y transmisión de los estímulos dolorosos.

Vías de la sensibilidad profunda consciente

Llegan por el fascículo grácil y el fascículo cuneiforme, que contienen los axones de la primera neurona de esta vía. Estos terminan en la porción posterior de la médula oblongada, en los núcleos grises: grácil y cuneiforme [de Goll y de Burdach] (**fig. 30-5**), que contienen las dendritas y los cuerpos celulares de la segunda neurona. Los axones de la segunda neurona se dirigen, hacia el plano mediano (fibras arqueadas internas), al que cruzan dando lugar a la decusación sensitiva. En el lado contralateral de la médula oblongada constituyen el lemnisco medial [cinta de Reil media] que asciende hasta el tálamo.

Vías de la sensibilidad profunda inconsciente

Está formada por dos tractos:

A. Tracto espinocerebeloso posterior (**fig. 30-5**): pertenece al cordón lateral de la médula espinal cercano a su periferia; vehiculiza la sensibilidad propioceptiva inconsciente del tronco. Está constituido por axones de las segundas neuronas de la vía cuyos cuerpos asientan en el núcleo torácico del asta dorsal de la médula espinal. Desde ese lugar, los axones se dirigen hacia el cordón medular homolateral, donde se acodan para ascender al tronco encefálico. Acceden al cerebelo a través del pedúnculo cerebeloso inferior. Terminan en la capa granulosa de la corteza del vermis.

B. Tracto espinocerebeloso anterior: situado por delante del tracto espinocerebeloso posterior en la periferia del cordón lateral de la médula espinal, vehiculiza la sensibilidad propioceptiva inconsciente de los miembros. Sus cuerpos neuronales se ubican en el asta dorsal. Sus axones cruzan el plano mediano y atraviesan la comisura blanca anterior de la médula espinal. Cuando llegan al cordón lateral contralateral, se acodan y ascienden por delante del tracto precedente. En el puente, cambian bruscamente de dirección y se dirigen hacia atrás, a lo largo del borde superior del núcleo motor del nervio trigémino. Transitan por el pedúnculo cerebeloso superior, cruzan nuevamente el plano mediano a nivel del techo del cuarto ventrículo y terminan en la capa granulosa de la corteza del vermis, homolateralmente a donde se originaron.

Vías sensitivas y sensoriales de los nervios craneales

Cada nervio craneal sensitivo o sensorial posee la primera neurona situada en el ganglio periférico anexo a cada nervio. Los axones de la primera neurona constituyen la porción periférica del nervio, y se dirigen hacia la segunda neurona, ubicada en un núcleo del sistema nervioso central. El axón de la segunda neurona constituye un sistema de fibras ascendentes (provenientes de los núcleos de los nervios trigémino, intermedio, glosofaríngeo y vago) que cruzan el plano mediano para acceder e integrarse al lemnisco medial y, a través de este, llegar al tálamo.

Las fibras emanadas de los **núcleos vestibulares** del nervio vestibulococlear llegan al cerebelo, mientras que las fibras emanadas de los **núcleos cocleares** se dirigen hacia la parte anterolateral del puente; unos lo hacen directamente, y otras, luego de haberse decusado. Se ubican en sentido vertical, constituyendo un tracto situado por fuera del lemnisco medial, denominado **lemnisco lateral**.

Fascículos descendentes motores

Vía piramidal

Tractos corticoespinales anterior y lateral. Se originan a nivel de la corteza cerebral, atravesando el centro oval del hemisferio cerebral, para dividirse a nivel del médula oblongada en dos tractos: corticoespinal anterior y corticoespinal lateral, los que terminan en las astas anteriores contralaterales de la médula espinal (**fig. 30-6**). Las fibras se originan, en parte, en las células piramidales de la corteza cerebral ubicadas en el giro precentral, y en la parte superior del lobulillo paracentral. Los axones de estas neuronas se reúnen para constituir la corona radiada, agrupándose en su extremo distal y cercano al plano mediano. Llegan al extremo anterior del brazo posterior de la cápsula interna y luego se sitúan en el pie del pedúnculo cerebral entre los tractos corticonuclear (ubicado medialmente) y temporopontino (situado lateralmente). Al llegar al puente se ubican en su parte anterior. A este nivel, las fibras se disgregan para pasar entre los núcleos pontinos y las fibras pontocerebelosas. En la parte superior de la médula oblongada, los axones se reagrupan nuevamente y forman dos estructuras que corresponden a las pirámides de la médula oblongada [bulbares]. En el extremo inferior de la médula oblongada una gran parte (80%) de las fibras

se decusa, formando la **decusación de las pirámides**, separándose de las restantes que continúan su trayecto homolaterales al hemisferio cerebral del cual provienen. Así se diferencian los tractos corticoespinal lateral y corticoespinal anterior. El **tracto corticoespinal lateral** se aleja del tracto corticoespinal anterior, se dirige hacia atrás y lateralmente y cruza el plano mediano, luego se acoda y desciende por el cordón lateral de la médula espinal ubicándose lateral al asta posterior. A lo largo de su trayecto, las fibras que lo componen van desprendiéndose y se dirigen al asta anterior homolateral, donde se produce la sinapsis con la segunda neurona de la vía. El **tracto corticoespinal anterior** queda constituido por las fibras que no cruzaron el plano mediano en la médula oblongada. Desde ese nivel prosigue su descenso hacia la médula espinal. Allí recorre el cordón anterior situándose lateral a la fisura mediana anterior. Al alcanzar el nivel donde se ubica la segunda neurona de la vía, las fibras que conforman este tracto cruzan el plano mediano a través de la comisura blanca anterior y hacen sinapsis con la neurona inferior de la vía, ubicada en el asta anterior contralateral al hemisferio de inicio de la vía. Este tracto es menos grueso que el tracto corticoespinal lateral. Si bien la mayor parte de las fibras de los tractos corticoespinales se decusan, existe una parte que no lo hace (1%) y finaliza en neuronas del asta anterior homolateral a su origen.

Fibras corticonucleares [fascículo geniculado] (**fig. 30-6**). Se originan en la parte inferior del giro precentral de la corteza cerebral, donde se encuentran las neuronas motoras superiores de la cabeza y el cuello, y en el giro frontal medio. Desde este origen se dirigen a los núcleos motores de los nervios craneales. Las fibras descienden homolateralmente integrando la corona radiada, luego como parte de la cápsula interna, por su rodilla, y a nivel del mesencéfalo se ubican mediales a las fibras corticoespinales. A nivel de cada núcleo motor una parte de los axones destinados a él atraviesan el plano mediano, de manera que estas fibras finalizan en el lado opuesto a su origen cortical. En la parte superior del tronco encefálico, las fibras corticonucleares se dividen en dos grupos:

A. Un grupo que se dirige a los núcleos de los nervios craneales trigémino, facial, glosofaríngeo, vago, accesorio e hipogloso, está adosado a la parte medial de la vía corticoespinal.

B. Otro grupo destinado a los nervios craneales oculomotor, troclear, abducens y a la raíz espinal del nervio accesorio. Se asegura así la movilidad coordinada de la cabeza y de los ojos; es por ello que a este grupo se lo designa **vía oculocefalógira**. Estas fibras descienden por detrás de las precedentes, de las que están separadas en la porción superior del tronco encefálico por la sustancia negra.

Los núcleos motores de los nervios craneales, a excepción del nervio facial, reciben fibras corticonucleares cruzadas y directas. Esto explica que en determinadas lesiones de la vía piramidal se conserve la inervación de la musculatura implicada en la deglución, la fonación y la masticación. El núcleo motor del nervio facial se distingue de los demás ya que la porción superior del mismo recibe proyecciones bilaterales mientras que la parte inferior solamente recibe fibras provenientes de la corteza cerebral contralateral. Este dato resulta relevante clínicamente en la diferenciación de lesiones del nervio facial a nivel central o periférico.

Vía extrapiramidal

Sus tractos se ubican en la médula espinal. En el tronco encefálico nace a diferentes niveles. El tracto olivoespinal y los tractos vestibuloespinales ocupan la porción inferior del tronco encefálico. El tracto rubroespinal tiene su origen en el núcleo rojo y los tractos tectoespinales se originan de neuronas cuyos cuerpos celulares se ubican en los colículos superiores a nivel del mesencéfalo, terminando la mayoría de sus fibras en los primeros segmentos medulares cervicales en el asta anterior homolateral. Por último, el tracto corticopontino, también en el mesencéfalo, se sitúa lateralmente al tracto piramidal.

Fibras propias del tronco encefálico

Fibras arqueadas. Relacionadas con el sistema cerebeloso.

Fibras de asociación. Aseguran la sinergia entre los diferentes núcleos del tronco encefálico. Las principales están agrupadas en dos tractos:

A. Tracto tegmental central (**fig. 30-2**): es la vía descendente extrapiramidal más importante. Se extiende desde el mesencéfalo hasta la oliva inferior. Se sitúa en la parte medial de la médula oblongada; en el puente está ubicado lateral al fascículo longitudinal medial, en el tegmento, y en el mesencéfalo es adyacente a la sustancia gris central, por detrás del núcleo rojo. Transmite impulsos activadores del hipotálamo y de las cortezas cerebral y cerebelosa. Las fibras ascendentes llegan al diencéfalo y se proyectan a la región subtalámica y a los núcleos intratalámicos. Las fibras descendentes se originan de los núcleos lenticular, caudado y rojo y de las formaciones reticulares del tronco encefálico, terminando en el núcleo olivar. Constituye la vía de los impulsos activadores del hipotálamo y de la corteza cerebral, por intermedio del tálamo, y del cerebelo por intermedio del núcleo olivar.

B. Fascículo longitudinal medial (**figs. 30-1** a **30-3**): se trata de un fascículo de asociación constituido por fibras ascendentes y descendentes, que conectan núcleos motores de los nervios craneales oculomotor, troclear, abducens y accesorio entre sí, estableciendo conexiones entre el sistema vestibular, los músculos extraoculares, los músculos cervicales y el sistema extrapiramidal. De esta forma participa en la coordinación de los movimientos oculares, los movimientos de la cabeza y del cuello, actuando en respuesta a los estímulos que llegan a través del oído interno. En el mesencéfalo es medial, situado por delante de la sustancia gris central; en el puente y en la médula oblongada está situado cerca del rafe mediano contra la fosa romboidea. En la médula espinal ocupa la parte posterior del cordón anterior cercano a la fisura mediana anterior.

Formación reticular

Filogenéticamente, constituye una formación antigua de tejido nervioso integrado por sustancia gris y blanca. Sus neuronas están situadas a distintos niveles, presentando gran cantidad de sinapsis (sustancia multisináptica); sus axones son cortos, dispuestos longitudinal y transversalmente, formando en su conjunto una red que encierra una masa de cuerpos celulares.

En la médula espinal se sitúa en la prolongación del asta lateral, en los segmentos cervicales; en el encéfalo, constituye un conjunto extendido desde la médula espinal al diencéfalo. Ocupa los espacios entre los diferentes núcleos centrales y los que quedan entre los tractos. En ella se encuentran los núcleos del rafe, los núcleos reticulares craneal y caudal del puente y el núcleo reticular magnocelular.

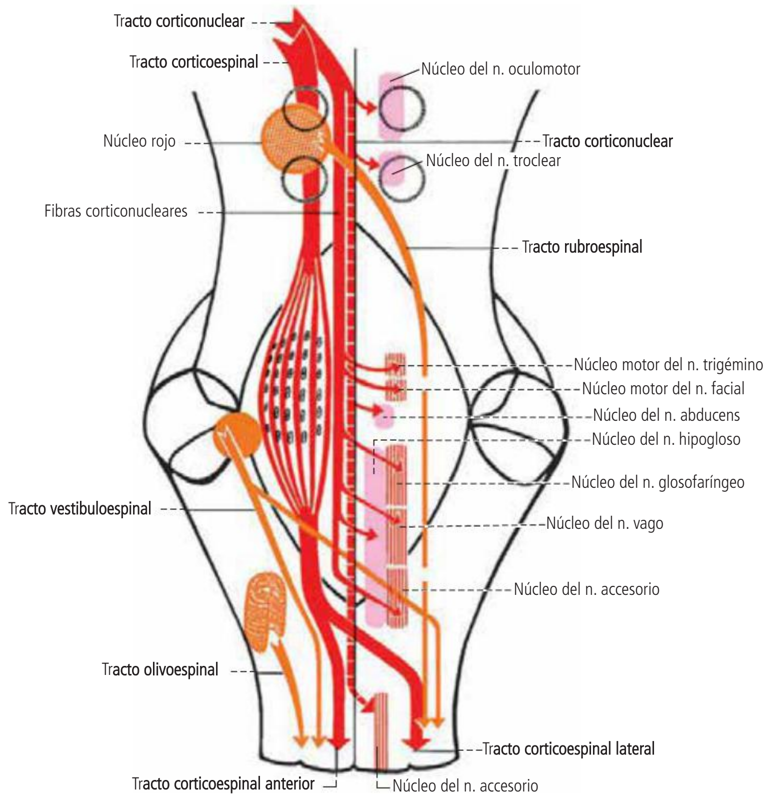


Fig. 30-6. Trayecto de las vías descendentes en el tronco encefálico.

Es una estructura multisináptica, que presenta vías ascendentes y descendentes con una importante actividad funcional. Se conecta a la médula espinal, a los núcleos de los nervios craneales, al cerebelo, al tálamo, al hipotálamo, cuerpo estriado, núcleo rojo, sustancia negra, rinencéfalo y corteza cerebral. Asegura la coordinación de numerosas funciones vegetativas, ejerciendo sobre los centros nerviosos superiores un estímulo, manteniendo el estado de vigilia. A nivel de los núcleos infracorticales ejerce un control inhibitorio o facilitador provocando, además, el sueño. Coordina las uniones entre los núcleos cerebelosos, los centros hipotalámicos y el tronco encefálico. Participa en el control postural, la actividad endocrina, así como en el ritmo biológico y las reacciones emocionales.

31 Configuración interna y sistematización del cerebelo

CONFIGURACIÓN INTERNA DEL CEREBELO

Está constituido por:

A. La **corteza**, de ubicación periférica, constituida por sustancia gris.
B. El **cuerpo medular**, de ubicación central.
C. Los **núcleos del cerebelo**, profundos en la sustancia blanca.

Corteza del cerebelo

Se ha visto cómo se dispone la corteza del cerebelo con sus láminas de sustancia gris, sus surcos, sus lóbulos y lobulillos, en su configuración externa. La corteza está formada por tres capas superpuestas:

A. Capa molecular.
B. Capa de Purkinje.
C. Capa granulosa.

Sustancia blanca

Recibe el nombre de **cuerpo medular del cerebelo**. De ubicación central, rodea a los núcleos del cerebelo. Está recorrida por fibras contenidas en los seis **pedúnculos cerebelosos** que unen el cerebelo con la médula oblongada (pedúnculos cerebelosos inferiores), el puente (pedúnculos cerebelosos medios) y el mesencéfalo (pedúnculos cerebelosos inferiores), y por fibras que se extienden desde la corteza cerebelosa hacia los núcleos. Se encuentran prolongaciones de sustancia blanca en las folias o láminas del cerebelo; lo delgado de estas prolongaciones le da un aspecto característico al corte, que le ha valido el nombre de "árbol de la vida". La zona de conexión entre las mitades derecha e izquierda del cerebelo constituye la **comisura del cerebelo**. Dentro de la sustancia blanca se puede identificar también el **fascículo uncinado del cerebelo**, un conjunto de fibras eferentes desde el núcleo del fastigio hacia los núcleos vestibulares, la formación reticular del puente y la médula oblongada, y fibras ascendentes que se dirigen al diencéfalo.

Núcleos del cerebelo

Son los núcleos: del fastigio, emboliforme, globoso y dentado. Son pares y están próximos al plano mediano (**fig. 31-1**).

A. Núcleo del fastigio [del techo]: situado en la profundidad de la sustancia blanca del cerebelo, en el vermis, atrás y arriba del techo del cuarto ventrículo próximo a su homólogo opuesto. Recibe fibras del arquicerebelo y emite fibras cerebelovestibulares.
B. Núcleo interpósito posterior (globoso): está formado por uno o varios pequeños núcleos redondeados situados entre los núcleos del fastigio e interpósito anterior. Recibe fibras del paleocerebelo y emite fibras cerebelorrúbricas.
C. Núcleo interpósito anterior (emboliforme): está situado cerca del hilio del núcleo dentado con el que a menudo se lo confunde. Recibe fibras del paleocerebelo y emite fibras cerebelorrúbricas.

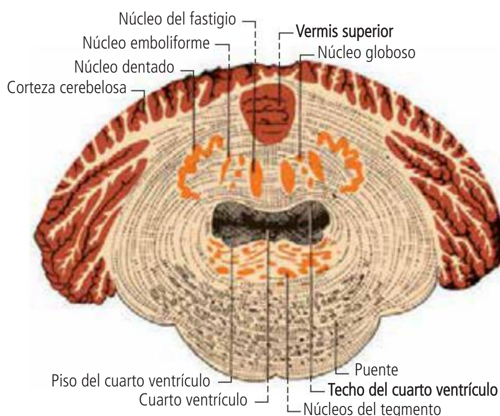


Fig. 31-1. Corte horizontal que pasa por arriba de la parte media del cuarto ventrículo.

D. Núcleo dentado [oliva cerebelosa]: se encuentra en la sustancia blanca hemisférica. Es una lámina de sustancia gris plegada e irregular con forma de bolsa abierta hacia adelante y medialmente. Recibe fibras de la corteza del neocerebelo homolateral y emite fibras cerebelorrúbricas y cerebelotalámicas.

SISTEMATIZACIÓN Y CONEXIONES DEL CEREBELO

Se ha visto que la corteza cerebelosa puede ser dividida en tres sectores topográfica y funcionalmente distintos, dispuestos de adelante hacia atrás (**fig. 31-2**): el arquicerebelo (equilibrio), el paleocerebelo (tono muscular) y el neocerebelo (coordinación de los movimientos voluntarios).

Esta división es valedera también para las formaciones centrales: el núcleo del fastigio pertenece al arquicerebelo, los núcleos interpósitos al paleocerebelo y el núcleo dentado al neocerebelo.

Es importante destacar como una característica del cerebelo que todas las eferencias de la corteza cerebelosa pasan siempre por los núcleos cerebelosos (con excepción de la correspondiente al floculonódulo que pasa por los núcleos vestibulares). Fisiológicamente es importante recordar que cada porción de la corteza cerebelosa proyecta a un grupo particular de núcleos profundos, es decir que los axones de las neuronas ubicadas en determinadas porciones de la corteza se dirigen hacia un núcleo determinado. La distribución es la siguiente:

- El vermis envía sus eferencias al núcleo del fastigio.
- La porción paramediana del hemisferio cerebeloso envía sus eferencias hacia los núcleos interpósitos (globoso y emboliforme).
- La porción lateral del hemisferio cerebeloso envia sus eferencias al núcleo dentado.
- El lóbulo floculonodular envía sus eferencias a los núcleos vestibulares (ubicados en el tronco encefálico).

Arquicerebelo

Es la porción filogenética más antigua del cerebelo. Comprende a la língula y al lóbulo floculonodular.

Vía aferente. Llega al cerebelo por el pedúnculo cerebeloso inferior. Proviene en forma directa desde los núcleos vestibulares del tronco encefálico, que a su vez reciben las fibras provenientes del ganglio vestibular. Cabe aclarar que estas fibras aferentes no son otras que las correspondientes a la 2.ª neurona de la vía vestibular, que reciben la aferencia de la 1.ª neurona de la vía vestibular, ubicada en el ganglio vestibular, proveniente del oído interno (**fig. 31-3**).

Centros. Las fibras aferentes llegan al lóbulo floculonodular, situado en la parte ventral del cerebelo.

Vía eferente. Las fibras provenientes del lóbulo floculonodular llegan al núcleo del fastigio (1.ª neurona efectora) y de allí parte una nueva fibra que regresa a los núcleos vestibulares del tronco encefálico, del mismo lado o del lado opuesto al inicial, por el pedúnculo cerebeloso inferior (2.ª neurona efectora). Del núcleo vestibular surgen fibras que se dirigen a la médula espinal por los tractos vestibuloespinales directos o cruzados que ejercen el control del equilibrio. Desde su origen, las fibras vestibuloespinales se dividen en dos grupos de fibras: una cruzada voluminosa y otra directa más delgada, que se dirigen a la médula oblongada y a la médula espinal. Este conjunto ejerce el control del equilibrio por intermedio del sistema vestibular contenido en el oído interno. Una lesión de este circuito acarrea trastornos de la estática y de la marcha.

Paleocerebelo

Su aparición es filogenéticamente más reciente que el arquicerebelo. Está formado por el lóbulo central, el culmen, la pirámide, la úvula, el ala del lóbulo central y el lóbulo cuadrangular anterior. Asegura la regulación del tono postural para la estación

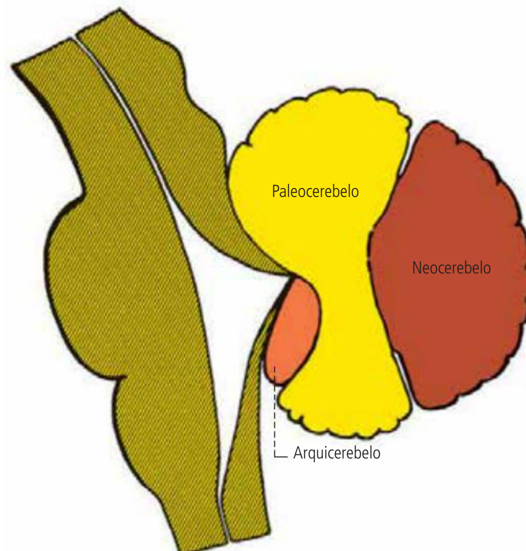


Fig. 31-2. Territorios funcionales del cerebelo.

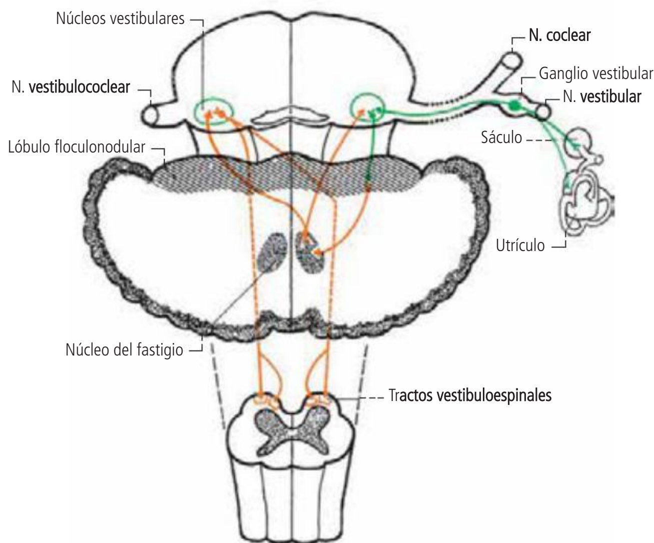


Fig. 31-3. Vías arquicerebelosas.

de pie. Así, cada vez que por los efectos del peso el cuerpo tiende a caer hacia un lado, parten impulsos de los músculos, los tendones y las articulaciones (propiocepción) hacia el cerebelo y en respuesta a ello se activa una orden de contracción para los grupos musculares antagonistas para que restablezcan la situación (**fig. 31-4**).

Vías aferentes. Son las vías de la sensibilidad profunda inconsciente (propiocepción inconsciente) y utilizan los siguientes tractos de la médula espinal:

- **Tracto espinocerebeloso posterior:** es directo. El cuerpo de las neuronas cuyos axones conforman este tracto asienta en el asta posterior. Por el pedúnculo cerebeloso inferior llega a la corteza cerebelosa y termina en la capa granulosa de la corteza del vermis.
- **Tracto espinocerebeloso anterior:** vehiculiza la sensibilidad propioceptiva inconsciente de los miembros. El cuerpo de las neuronas cuyos axones conforman este tracto asienta en el asta posterior; sus axones cruzan el plano mediano por la comisura blanca anterior para llegar al cordón lateral del lado opuesto, se acodan y ascienden a lo largo del borde lateral del tracto espinotalámico lateral y, llegados al puente, se dirigen hacia atrás a lo largo del borde superior del núcleo motor del nervio trigémino, se incorporan al pedúnculo cerebeloso superior y luego atraviesan por segunda vez el plano mediano y llegan a la corteza paleocerebelosa homolateral a su origen.

Así, ambas vías son homolaterales, una porque no atraviesa nunca el plano mediano, y la otra, por atravesar el plano mediano dos veces y finalizar del mismo lado en que se originaron.

Centros paleocerebelosos. Corresponden a la corteza de la parte paramediana de los hemisferios y del vermis.

Vías eferentes. El axón de la 1.ª neurona efectora, ubicada en la corteza paleocerebelosa, llega a los núcleos interpósitos, donde se ubica la 2.ª neurona efectora. De allí parten fibras hacia el núcleo rojo contralateral, donde encuentran a la 3.ª neurona efectora. Las fibras de estas neuronas del núcleo rojo dan origen al tracto rubroespinal cuyas fibras participan en la constitución del cordón lateral de la médula espinal. El tracto rubroespinal conduce el impulso nervioso motor que controla el tono muscular. Los axones que lo conforman parten del borde medial de los núcleos rojos y cruzan el plano mediano a nivel de la decusación tegmental ventral del mesencéfalo. En el tronco encefálico este tracto se sitúa detrás del lemnisco medial y luego detrás de la oliva inferior, para alcanzar en la médula espinal el cordón lateral. El tracto finaliza enviando sus fibras al asta anterior de la médula espinal en cada segmento de ella, donde se dirige al asta anterior y hace sinapsis con motoneuronas alfa y gamma de la lámina espinal IX.

Las fibras de las vías paleocerebelosas no llegan nunca a la corteza cerebral. Los circuitos paleocerebelosos permanecen subcorticales. Su lesión ocasiona trastornos posturales del tipo de la hipotonía o de la hipertonía.

Neocerebelo

Es la porción más nueva del cerebelo. Comprende: el declive, el *folium* del túber del vermis, el lóbulo simple, el lóbulo semilunar inferior, el lóbulo grácil y la amígdala. Asegura la coordinación de los movimientos voluntarios. En efecto, cuando un sujeto quiere efectuar un gesto cualquiera, solo la primera orden precisa y voluntaria de ese gesto parte del giro precentral del cerebro; la realización de dicho gesto necesita de un conjunto de movimientos asociados y cambios de posición que escapan al control de la voluntad y que implican la coordinación de la actividad de varios centros y vías subcorticales. Este conjunto es controlado por el cerebelo que actúa en derivación sobre los circuitos que relacionan la corteza cerebral con la médula espinal. Se asegura así la armonía del gesto (**fig. 31-5**).

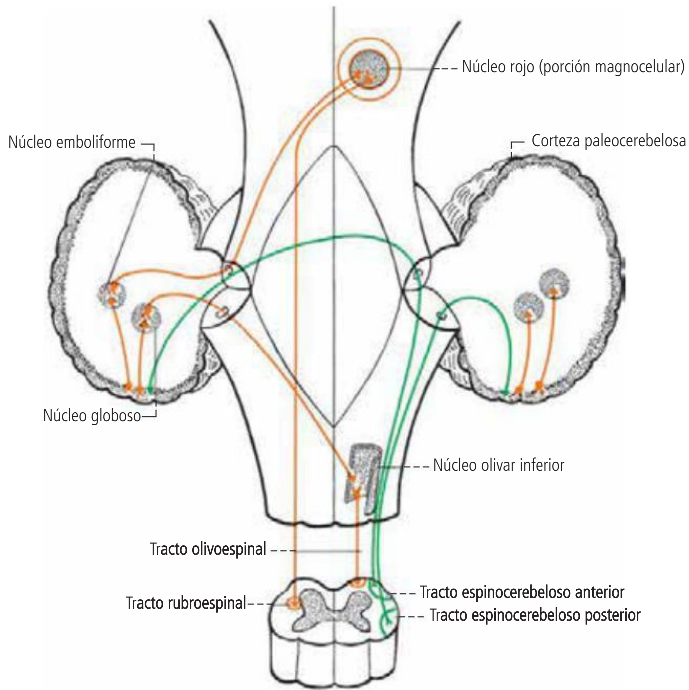


Fig. 31-4. Vías paleocerebelosas.

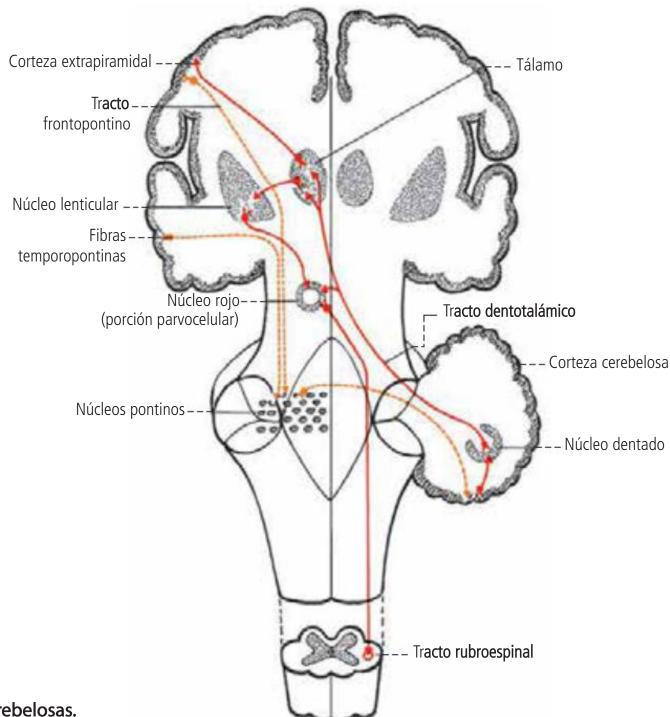


Fig. 31-5. Vías neocerebelosas.

Vías aferentes. Provienen, siguiendo lo antedicho, de la corteza cerebral, más exactamente de la corteza frontotemporal (1.ª neurona). Desde allí las fibras temporopontinas y frontopontinas se dirigen a los núcleos pontinos homolaterales, ubicación de la 2.ª neurona del circuito. La 2.ª neurona envía su axón por la región anterior (pie) del puente, formando las fibras transversas, las cuales cruzan el plano mediano y se incorporan al pedúnculo cerebeloso medio para alcanzar la corteza neocerebelosa contralateral.

Centros neocerebelosos. Están situados por detrás de la fisura prima del cerebelo, en la parte posterolateral del hemisferio.

Vías eferentes. En la corteza neocerebelosa contralateral se ubica la 1.ª neurona eferente del circuito. Desde la corteza neocerebelosa los axones se dirigen al núcleo dentado, donde hacen sinapsis con la 2.ª neurona eferente. Desde allí las fibras van al tálamo, conformando el tracto dentotalámico. Estas son fibras eferentes del cerebelo que unen el núcleo dentado al tálamo contralateral. Se sitúan en el pedúnculo cerebeloso superior y terminan en el núcleo posterior ventrolateral del tálamo. Desde allí parten los axones que terminan en la corteza cerebral temporal o frontal. Además, hay un conjunto de fibras que pasan directamente del tálamo hacia el cuerpo estriado. También existe un tracto dentorrúbrico, que vincula el núcleo dentado al rojo y se conecta con el tracto rubroespinal.

El cerebelo tiene, pues, influencia sobre la coordinación de los movimientos de origen subcortical, ordenados por las vías motrices extrapiramidales.

Las lesiones de estos circuitos complejos producen diversos trastornos: hipermetría (carácter excesivo del gesto), temblor intencional, disdiadococinesia (imposibilidad de realizar rápidamente movimientos alternos).

DIVISIÓN FUNCIONAL DEL CEREBELO

El cerebelo también puede ser dividido en vestibulocerebelo, espinocerebelo y pontocerebelo de acuerdo con las aferencias de las distintas zonas cerebelosas.

El **vestibulocerebelo** está integrado por el lóbulo floculonodular, parte de la úvula y del vermis. En estas regiones se reciben las aferencias provenientes de los núcleos vestibulares.

El **espinocerebelo** corresponde a la mayor parte del vermis y el paravermis (excepto el nódulo y la úvula) siendo las regiones donde terminan las aferencias provenientes de la médula espinal.

El **pontocerebelo** se encuentra en las regiones más laterales de los hemisferios cerebelosos y es donde se reciben las aferencias desde la corteza cerebral, luego de su relevo en los núcleos pontinos.

Configuración interna y sistematización del prosencéfalo 32

Su estudio concierne a la sustancia gris y a la sustancia blanca. La sustancia gris forma la corteza cerebral, los núcleos basales y los núcleos diencefálicos. La sustancia blanca llena el centro oval y la región media de los hemisferios cerebrales. Se las estudia sucesivamente según las funciones que cada formación anatómica asegura.

SUSTANCIA GRIS

Corteza cerebral

Comprende centros motores y centros sensitivos que se reparten en dos territorios distintos. La **corteza cerebral** o **neocórtex**, está constituida por una delgada lámina de sustancia gris, cuya superficie está multiplicada por los numerosos giros del cerebro humano. Su estructura íntima comprende seis capas celulares, muy bien individualizadas, lo que caracteriza al **isocórtex**. Esta estructura corresponde en el plano fisiológico a las actividades conscientes, voluntarias, psíquicas e individuales del ser humano, actividades cuyos centros ocupan un lugar preciso en la superficie de los hemisferios cerebrales (**fig. 32-1**).

Las localizaciones cerebrales son localizaciones funcionales cuyo estudio anatómico se limita a distinguir zonas de arquitectura (citoarquitectura) diferente, como lo ha demostrado Korbinian Brodmann. Se las divide en áreas sensitivas y sensoriales, psíquicas, de expresión (lenguaje) y vegetativas.

Localizaciones motoras

Estas incluyen los siguientes centros efectores (**figs. 32-2** y **32-3**):

- **Centros de la motricidad voluntaria:** centros piramidales, que comandan a los músculos estriados de la casi totalidad del cuerpo. Estos se encuentran en el giro prefrontal (**fig. 32-2**) en toda su extensión hasta la cara medial del hemisferio cerebral (lobulillo paracentral). Los centros motores se disponen siguiendo el esquema clásico del "homúnculo" (**fig. 32-1**), con la cabeza en el sector inferior, cercano al surco lateral. Así los centros de la cabeza y del cuello (cara, masticación, laringe) se encuentran en el pie del giro precentral; los centros del miembro superior ocupan una amplia superficie (en particular los de la mano y de los dedos) en la parte media y superior del giro prefrontal ("el homúnculo" con los pies hacia arriba, tiene manos y dedos de apariencia desproporcionada), y los centros del tronco y de los miembros inferiores se encuentran a nivel del borde superior del hemisferio, excediéndolo hacia su cara medial. Esta zona responde mediante movimientos precisos a la excitación eléctrica. Su destrucción localizada suscita las parálisis correspondientes. Estas manifestaciones se producen contralateralmente al sitio de la lesión, ya que las fibras que se originan en estos centros se decusan antes de alcanzar la motoneurona inferior.

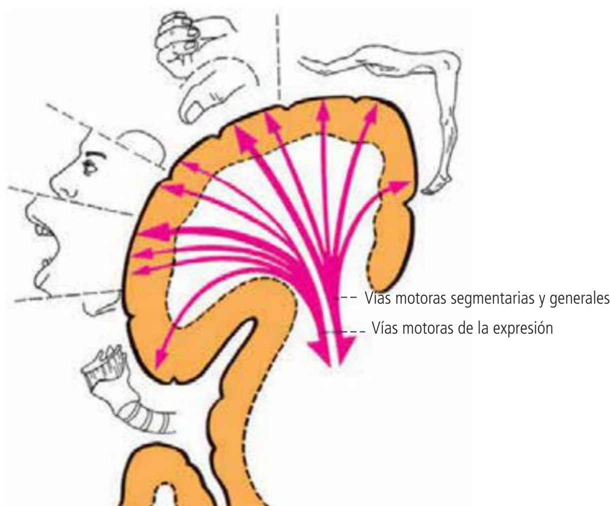


Fig. 32-1. Representación de las zonas corporales proporcionales, por medio del "homúnculo motor", en el giro precentral (área motora principal).

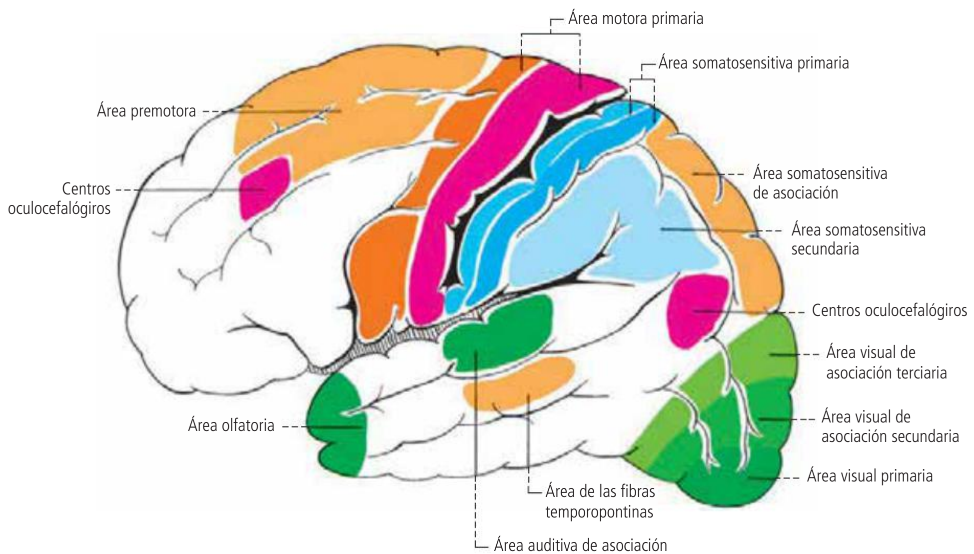


Fig. 32-2. **Localizaciones funcionales en la corteza cerebral, hemisferio izquierdo, cara lateral.**

– **Centros de la vía motora extrapiramidal** (actividad frenadora, actividad de control, uniones con el cerebelo): están dispersos en la superficie de los hemisferios cerebrales y cubren un enorme territorio cortical (85% del conjunto de la corteza motriz). Los principales asientan por delante del área 4 (áreas prefrontales 6 y 8), en la corteza parietal superior (áreas prefrontales 6 y 8), en la corteza parietal superior (áreas 5 y 7) y en la corteza temporal (área 21), área de partida del tracto de fibras temporopontinas [fascículo de Türck-Meynert]. Estas áreas envían sus fibras a los diferentes centros subcorticales del sistema extrapiramidal: cuerpo estriado, cerebelo, núcleos propios del tronco encefálico. A ellos llegan las vías neocerebelosas encargadas de la coordinación de la motricidad.

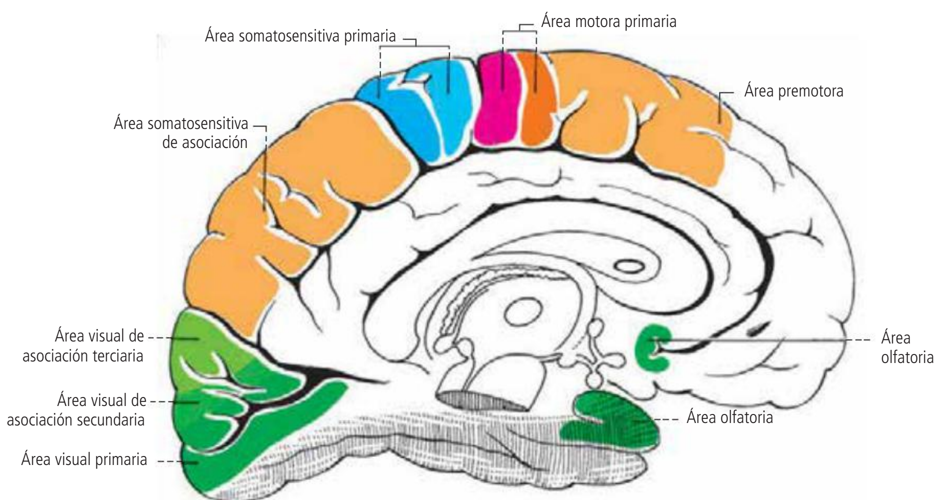


Fig. 32-3. **Localizaciones funcionales en la corteza cerebral, hemisferio izquierdo, cara medial.**

– **Centros oculocefalógiros** (movimientos conjugados de la cabeza, el cuello y los ojos): están situados en el giro frontal medio (área 8) y en el giro angular. Las fibras que parten de ellos constituyen pues, al salir, una vía motriz independiente de la vía piramidal.

Localizaciones sensitivas

Están constituidas por centros receptores que se dividen en tres categorías funcionales (**figs. 32-2** y **32-3**).

A. Área somatosensitiva (percepción consciente)**:** está situada en la parte anterior del giro poscentral. Los centros tienen la misma disposición topográfica que los centros motores en el giro precentral.
B. Área somatopsíquica (adaptación de la sensación a su objeto): está situada en la parte posterior del giro poscentral.
C. Área tactognósica (reconocimiento del objeto percibido por contacto): está situada al pie de los dos lobulillos parietales, superior e inferior.

Localizaciones sensoriales (centros receptores)

Estas son estudiadas con los aparatos correspondientes. Aquí se recuerdan los detalles esenciales.

Área olfatoria. Ocupa el extremo anterior del uncus del giro parahipocampal. La citoarquitectura es, aquí, bastante diferente (paleocórtex).

Área auditiva. Se halla en el giro temporal superior, en el borde inferior del ramo posterior del surco lateral y en el interior de este, en el opérculo temporal del lóbulo de la ínsula (área 41).

Área visual. Bordea el surco calcarino del lóbulo occipital (área 17). Alrededor del surco se disponen los centros visuopsíquicos (reconocimiento de los objetos percibidos por las sensaciones visuales).

Área gustativa. Se admite que asienta en la parte inferior del giro poscentral.

Localizaciones psíquicas

Estas localizaciones son difíciles de precisar y se hallan en estudio. Según Delmas se pueden distinguir:

– **Área del esquema corporal** (imagen de sí mismo): asienta en la región parietotemporooccipital.
– **Área de la previsión y de la liberación:** en la parte anterior de los giros frontales superior y medio.
– **Área de las emociones:** en la corteza prefrontal y también en el lóbulo límbico.
– **Área de la memoria:** en el lóbulo límbico e hipocampo.

Centros del lenguaje

El ser humano se expresa mediante gestos, actitudes, así como por medio de palabras que constituyen el lenguaje articulado o escrito (**fig. 32-4**).

Centros del lenguaje articulado. Están en el pie del giro frontal inferior izquierdo (en los diestros): es el centro de Broca. Su destrucción causa la afasia (imposibilidad de hablar).

Centros del lenguaje escrito. Se hallan en el pie del giro frontal medio. Su destrucción suscita la agrafia.

Estos centros están unidos a los centros de las diversas percepciones (táctil, auditiva, visual) cuya destrucción puede producir la afasia: así se habla de sordera verbal (destrucción del área audiopsíquica) o de ceguera verbal (destrucción del área visuopsíquica).

Centros vegetativos

A priori, la vida vegetativa está fuera del control de la corteza cerebral. A las localizaciones vegetativas descritas en el lóbulo límbico y en el área olfatoria se suman los centros vegetativos subtalámicos.

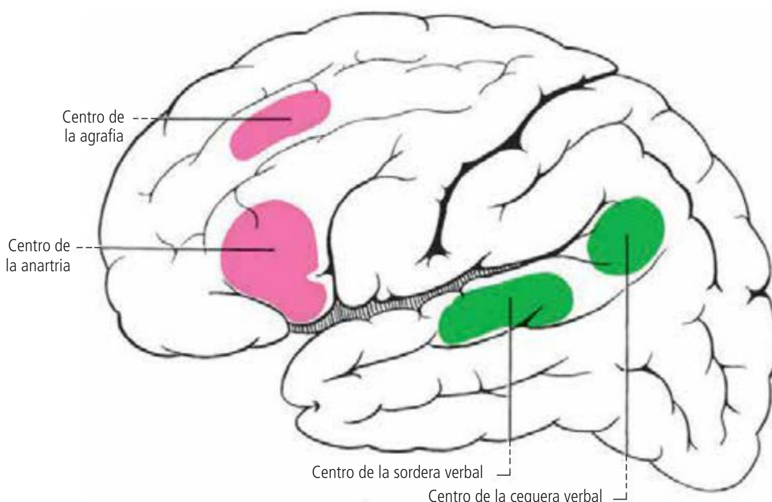


Fig. 32-4. Localización en el hemisferio izquierdo de los centros de la afasia.

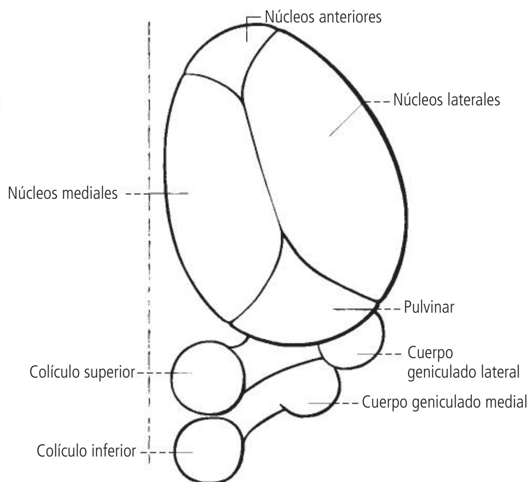


Fig. 32-5. **Constitución anatómica del tálamo derecho. Vista superior.**

Núcleos basales

Constitución anatómica

Núcleo caudado. Está constituido únicamente por sustancia gris.

Núcleo lenticular. Está conformado por dos núcleos separados por una lámina de sustancia blanca dispuesta en sentido vertical, la lámina medular lateral. Hacia lateral el núcleo más denso y oscuro recibe el nombre de **putamen**, y hacia medial el núcleo más pálido corresponde al **globo pálido**, en el cual otra lámina de sustancia blanca, la lámina medular medial, permite separarlo en el **globo pálido lateral** y el **globo pálido medial** (**fig. 32-8**).

Conexiones del cuerpo estriado

El cuerpo estriado constituye un cerebro motor primitivo. A continuación se detallan algunas de sus conexiones.

Vías aferentes. Provienen del tálamo (vías optoestriadas) y ponen al cuerpo estriado en unión con los tractos sensitivos y cerebelosos. También proceden de la corteza (corticoestriadas). Por último existen conexiones interestriadas que unen el núcleo caudado al putamen. Así se encuentran constituidos dos conjuntos funcionales: el estriado o neoestriado, que comprende el núcleo caudado y el putamen, y el pálido o paleoestriado, que comprende los segmentos mediales del núcleo lenticular. En resumen, está constituido por tres partes: el putamen, el globo pálido lateral y el globo pálido medial, separados por las láminas medulares medial y lateral.

La sistematización sería, pues:

- **Putamen**, fibras aferentes: provienen de la corteza cerebral, del tálamo (fibras talamoestriadas) y de la sustancia negra (fibras nigroestriadas); fibras eferentes: se proyectan hacia el globo pálido (fibras estriopalidales) y la sustancia negra (fibras estrionigrales).
- **Globo pálido medial y lateral**: para estos, las fibras aferentes provienen del núcleo caudado y del putamen (fibras estriatopalidales y del núcleo subtalámico), de la sustancia negra (fibras nigropalidales), del tálamo (talamopalidales) y de la corteza cerebral (fibras corticopalidales). Las fibras eferentes se proyectan hacia el tálamo, el núcleo subtalámico, la sustancia negra, el núcleo rojo, la formación reticular del tronco encefálico y el núcleo olivar inferior. Estas se agrupan formando el asa lenticular (ventral), el fascículo lenticular (dorsal) y el fascículo subtalámico. Estas vías pasan de un lado a otro de la cápsula interna y llegan al diencéfalo y la porción más rostral del mesencéfalo para dispersarse en el tálamo, el núcleo rojo, la sustancia negra y el núcleo subtalámico. El pálido está, pues, en el origen de las vías motoras extrapiramidales, que comandan al tono muscular y los movimientos automáticos. Sus lesiones producen hipertonía y falta de coordinación (responsable por ejemplo de algunas manifestaciones de la enfermedad de Parkinson).

Cuerpo amigdalino

Es un grupo de núcleos conectado con la corteza cerebral, situado en el polo dorsomedial del lóbulo temporal, por delante del asta inferior del ventrículo lateral y del extremo anterior de la cola del núcleo caudado. Presenta conexiones con el tracto olfatorio por una vía directa (estría olfatoria lateral) y una indirecta (estría terminal). Envía fibras a los centros olfatorios del hipocampo. Tiene funciones vegetativas e influye en la expresión emocional.

Diencéfalo

Comprende el tálamo, el metatálamo, el subtálamo, el epitálamo, el hipotálamo y la glándula hipófisis.

Constitución anatómica y conexiones del tálamo

La sustancia gris contiene también sustancia reticulada y sustancia blanca. Esta forma dos láminas medulares, una lateral periférica y otra medial bifurcada hacia anterior y dorsal. En el tálamo se distinguen grupos de núcleos distintos (**figs. 32-5** y **32-6**): anteriores, dorsales, intralaminares, medianos, reticular y el complejo nuclear posterior. A continuación se mencionan las conexiones principales de cada grupo nuclear; no obstante, existen otras más precisas y en estudio.

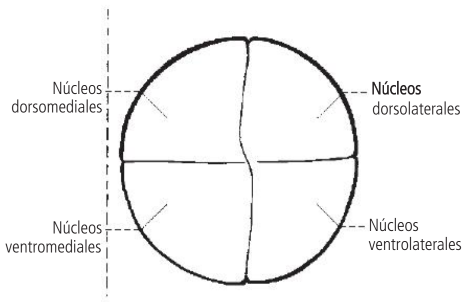


Fig. 32-6. **Constitución anatómica del tálamo, corte coronal, lado derecho.**

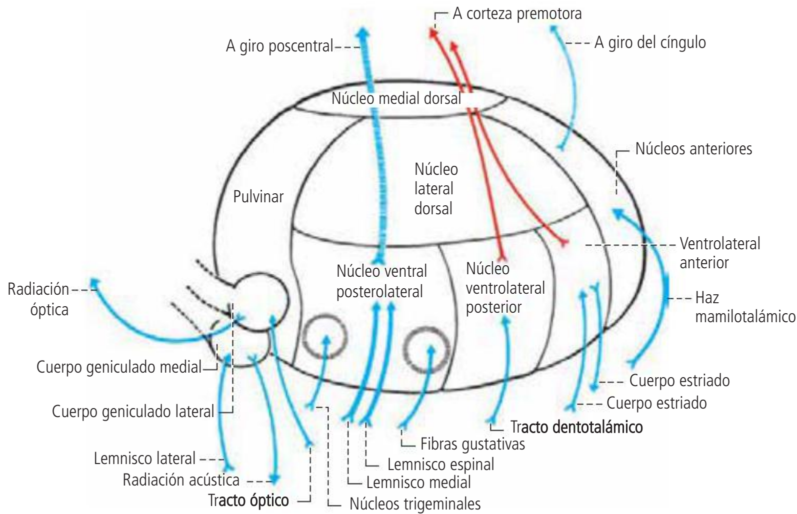


Fig. 32-7. Conexiones del tálamo. En rojo, la vía neocerebelosa. En azul, las vías sensitivas y sensoriales.

Conexiones aferentes (fig. 32-7):

- **Núcleos anteriores:** está unido a los cuerpos mamilares del hipotálamo por el fascículo mamilotalámico.
- **Núcleos dorsales:** reciben aferencias desde el colículo superior y la región pretectal, las cortezas prefrontal, cingular, parietal, temporal y occipital.
- **Núcleos mediales:** sus aferencias llegan desde regiones subcorticales, cuerpo amigdalino, núcleos basales, formación reticular mesencefálica y otros núcleos talámicos.
- **Núcleos ventrales:** reciben a los tractos espinotalámicos, lemnisco medial, lemnisco trigeminal, fibras provenientes del globo pálido, cerebelo, corteza cerebral motora.

Conexiones eferentes (fig. 32-7): van esencialmente a la corteza cerebral por la corona radiada. Entre los territorios corticales particularmente importantes que están unidos al tálamo deben recordarse: el giro poscentral (sensibilidad consciente) y la corteza extrapiramidal (región temporal) que recibe fibras de origen cerebeloso. También hay eferencias hacia el giro del cíngulo, el sistema límbico y las cortezas occipital, temporal, parietal y prefrontal.

Pero existen eferentes talámicos que también van al cuerpo estriado, a la región infundibulotuberiana, al tálamo y a la oliva inferior.

Se ubica aparte el **metatálamo** con los dos cuerpos geniculados de los cuales el medial (vías auditivas) recibe al lemnisco lateral y une el tálamo al colículo inferior y el cuerpo geniculado lateral (vías ópticas) que recibe al tracto óptico y se proyecta hacia la corteza occipital a través de la radiación óptica.

El tálamo y el metatálamo aparecen así como una estación de las vías motoras extrapiramidales, de las vías sensitivas, de las vías ópticas y de la vía olfatoria.

Centros y conexiones del subtálamo

Los centros que se han descrito en el subtálamo son extrapiramidales, núcleo subtalámico, la zona incierta y los núcleos perizonales.

Centros extrapiramidales. El núcleo subtalámico [cuerpo de Luys] y debajo de él, el núcleo rojo y la sustancia negra (mesencefálicos) son centros situados en relación con la vía extrapiramidal. Se vinculan con los centros corticales extrapiramidales, con las vías neoestriadas y palidoestriadas y con el tronco encefálico por el tracto rubroespinal y por la sustancia reticulada.

Hipotálamo

Se ubica caudal al tálamo, por debajo del surco hipotalámico y a los lados del tercer ventrículo. En él se identifican diversos núcleos.

Centros vegetativos. En una división clásica se describen tres grupos que permiten distinguir: un hipotálamo anterior con tres núcleos; un hipotálamo posterior, grupo infundibulotuberiano, y un hipotálamo secretor que contiene el órgano subfornical, el órgano paraventricular y el órgano subcomisural. Actualmente, mediante técnicas histológicas, los núcleos pueden agruparse de forma más precisa por áreas: hipotalámica anterior, dorsal, intermedia, lateral y posterior. También se aíslan en el **hipotálamo** núcleos olfatorios.

Vías aferentes. Proceden del rinencéfalo, de las vías ópticas, de los núcleos basales, del tálamo, de la corteza y la formación reticular del tronco encefálico.

Vías eferentes. Se dirigen a la corteza (frontal especialmente), al tálamo, a la hipófisis y a la glándula pineal, a los centros vegetativos del tronco encefálico y a la formación reticular del tronco encefálico.

Cuerpo mamilar. Recibe fibras por la columna del fórnix. Sus fibras eferentes se dirigen al tálamo por el fascículo mamilotalámico y a los núcleos motores del tronco encefálico por el fascículo longitudinal medial.

Los centros del hipotálamo son bilaterales; algunos están relacionados entre sí por la comisura subtalámica y la comisura supraóptica dorsal.

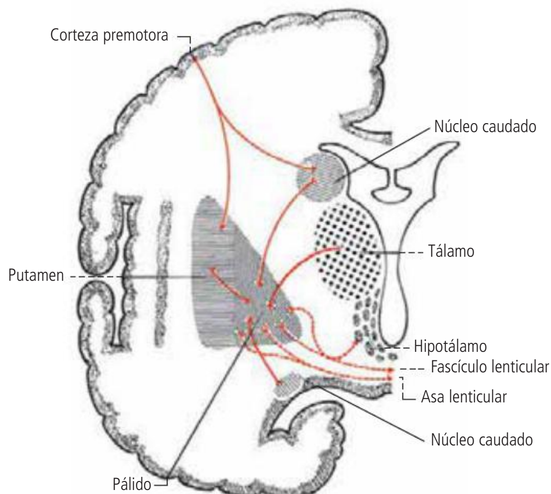


Fig. 32-8. Conexiones del cuerpo estriado. En trazo lleno, vías aferentes. En trazo punteado, vías eferentes.

SUSTANCIA BLANCA

Centro oval

Constituye la parte central de los hemisferios cerebrales comprendida entre la corteza y los núcleos basales (**figs. 32-8**, **32-10** y **32-11**). Es de aspecto oval en un corte horizontal que interesa a ambos hemisferios cerebrales y de aspecto semioval en un corte horizontal que interesa a un solo hemisferio. Está compuesto por fibras de asociación intrahemisféricas, comisurales y fibras de proyección (vías corticofugas y cortípetas).

A. Fibras de asociación: unen las áreas corticales de los giros de un mismo hemisferio. Algunas son cortas, arqueadas, y unen giros de un mismo lóbulo cerebral. Otras son largas y conectan giros de diferentes lóbulos de un mismo hemisferio. Estas fibras explican la solidaridad funcional de las diversas partes de un hemisferio cerebral. A continuación se describen las fibras de asociación del telencéfalo:

– Fibras arqueadas: unen un giro adyacente a otro.
Fascículo longitudinal superior: está formado por fibras

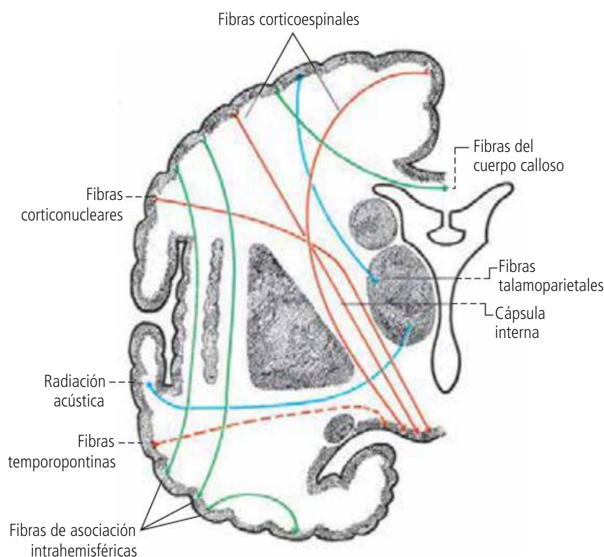


Fig. 32-9. Sistematización de la sustancia blanca cerebral, cápsula interna, corte coronal del hemisferio derecho, vista anterior.

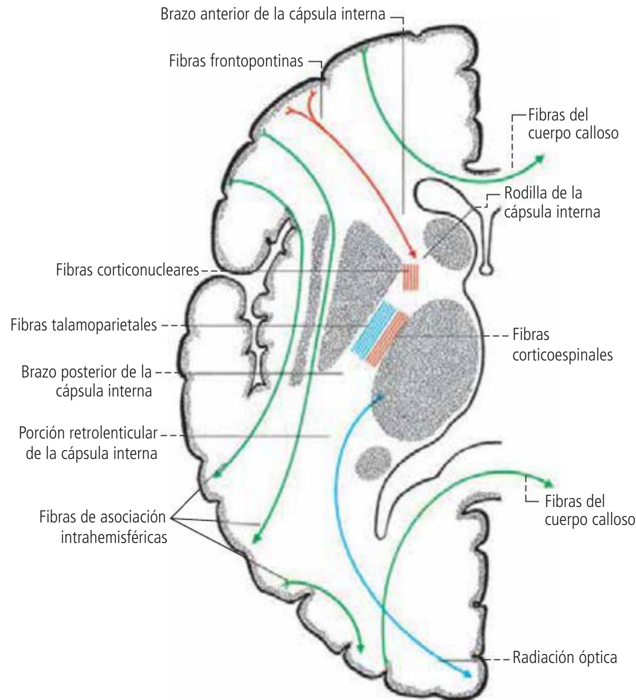


Fig. 32-10. Sistematización de la sustancia blanca cerebral, corte horizontal del hemisferio izquierdo, vista superior.

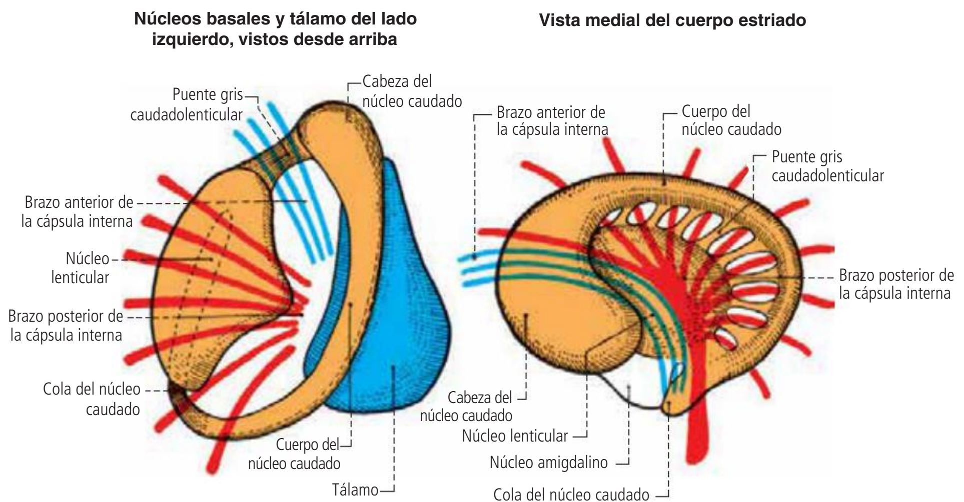


Fig. 32-11. Esquema de los núcleos basales, el tálamo y la cápsula interna.

de asociación que unen los lóbulos occipital y frontal de un mismo hemisferio cerebral, enviando ramos hacia los lóbulos parietal y temporal. Está ubicado en dirección posterior y lateral al putamen.

Fascículo longitudinal inferior: está formado por fibras que unen los lóbulos termporal y occipital de un mismo hemisferio.

- Fascículo uncinado: está conformado por fibras que unen la cara inferior del lóbulo frontal con la porción anterior del lóbulo temporal.
- Cíngulo: fascículo de fibras largas que se localiza en la sustancia blanca del giro del cíngulo, se dirige hacia posterior dentro de este giro, dorsal al cuerpo calloso. Después de rodear al esplenio las fibras adoptan un trayecto hacia anterior para dirigirse al uncus.
- Fascículo occipitofrontal superior [subcalloso]: está formado por fibras ubicadas en dirección anteroposterior y lateral al núcleo caudado, que unen los lóbulos temporal y occipital del mismo hemisferio cerebral.
- Fascículo occipitofrontal inferior: lo constituyen fibras que unen los lóbulos frontal y occipital del mismo hemisferio cerebral pasando por debajo de la cápsula extrema.
- Fascículo occipital vertical: está formado por fibras de asociación verticales localizadas en la poción anterior del lóbulo occipital. Presenta fibras laterales que unen las porciones posteriores de los lóbulos temporal y parietal, pasando por el lóbulo occipital, y fibras caudales, que unen el lóbulo occipital con el temporal.
- Fascículo occipital transverso: está formado por fibras transversales que unen la porción medial con la porción lateral del lóbulo occipital. Presenta fibras de la cuña que unen el borde superior del surco calcarino con la corteza superior y lateral del lóbulo occipital, y fibras linguales que unen el borde inferior del surco calcarino con la porción inferior del lóbulo occipital.

B. Fibras comisurales: son fibras nerviosas que unen áreas homotípicas o heterotípicas de los hemisferios cerebrales. Han sido estudiadas con las formaciones interhemisféricas. Recordamos sus detalles principales:

- Cuerpo calloso: es la principal estructura comisural del telencéfalo.
- Fórnix: se ubica ventral al cuerpo calloso, dorsal a los tálamos y al tercer ventrículo. Une los cuerpos mamilares al hipocampo.
- Comisura anterior: une los núcleos olfatorios contralaterales y los giros temporales medio e inferior de cada lado.
- Comisura del hipocampo (del fórnix): conecta el hipocampo derecho con el izquierdo.

C. Fibras de proyección: ocupan la corona radiada; estas fibras ocupan el centro oval de los hemisferios cerebrales. Están constituidas por fibras corticofugas o descendentes (motrices), también designadas eferentes y fibras cortípetas o ascendentes (sensitivas y sensoriales), también llamadas aferentes. De las fibras descendentes, algunas unen la corteza al tálamo o al cuerpo estriado; otras alcanzan la región subtalámica pasando por la cápsula interna o por debajo del núcleo lenticular sin detenerse en los núcleos basales y otras descienden hasta el tronco del encéfalo o la médula espinal.

Cápsula interna

Es el conjunto de fibras nerviosas que está ubicado en dirección medial al núcleo lenticular y lateral al tálamo y al núcleo caudado, de los cuales lo separa. Es una vía de pasaje atravesada por numerosos fascículos ascendentes, descendentes y transversos. Comprende cinco porciones: el brazo anterior, la rodilla, el brazo posterior, la porción retrolenticular y la porción sublenticular (observable solamente en los cortes coronales).

A. Brazo anterior: está ubicado entre el núcleo lenticular y la cabeza del núcleo caudado. En esta porción se encuentran las radiaciones talámicas anteriores, que unen recíprocamente el tálamo con el lóbulo frontal, y el giro del cíngulo; y las fibras frontopontinas, que unen el lóbulo frontal con los núcleos pontinos.

B. Rodilla: se ubica entre los brazos anterior y posterior. Forma la pared lateral del sistema ventricular y contiene las fibras corticonucleares [fascículo geniculado] que unen el giro precentral a los núcleos motores de los nervios craneales.

C. Brazo posterior: se ubica posterior a la rodilla, en dirección medial al núcleo lenticular y en dirección lateral al tálamo y al cuerpo del núcleo caudado. En la porción lateral del tercio anterior de este brazo se ubican las fibras corticorreticulares y corticorrúbricas. Las primeras unen las regiones que rodean el surco central con la formación reticular, y las segundas comunican el lóbulo frontal con el núcleo rojo. En la porción medial del tercio anterior del brazo posterior están las fibras corticoespinales, que forman parte del tracto piramidal, que une la corteza cerebral con la médula espinal y presenta un orden somatotópico: las fibras más inferiores del cuerpo se corresponden con las más laterales de este segmento. En el tercio medio del brazo posterior se encuentran, de adelante hacia atrás: las fibras corticotalámicas, talamoparietales y las radiaciones talámicas centrales. Las fibras corticotalámicas corresponden a la radicación talámica que se extiende hacia el tálamo. Las fibras talamoparietales unen el tálamo con la corteza parietal. Las radiaciones talámicas centrales corresponden a las radiaciones talámicas superiores que se extienden desde el tálamo hacia los giros precentral y poscentral y a las regiones corticales adyacentes. El tercio posterior del brazo posterior se divide según su relación con el núcleo lenticular:

- **Segmento retrolenticular:** es la porción situada en dirección caudal al núcleo lenticular. Contiene fibras occipitotectales y occipitopontinas, las radiaciones ópticas y las radiaciones talámicas posteriores. Las fibras occipitopontinas unen la corteza occipital con los núcleos pontinos y las occipitotectales comunican la corteza occipital con el tegmento mesencefálico. Las radiaciones ópticas son fibras que se extienden desde el cuerpo geniculado lateral hacia la corteza occipital, formando parte de la vía óptica.
- **Segmento sublenticular:** es la porción que queda ubicada por debajo de la porción posterior del núcleo lenticular. De adelante hacia atrás se encuentran aquí las radiaciones acústicas [fibras geniculotemporales], las fibras corticotectales y las fibras temporopontinas. Las radiaciones acústicas unen el cuerpo geniculado medial con los giros temporales transversos, formando parte de la vía auditiva. Las fibras corticotectales unen la corteza cerebral con el techo del mesencéfalo y las temporopontinas unen la corteza temporal con los núcleos pontinos.

Vías de conducción

33

Las vías de conducción comprenden:

- **Vías sensitivas y sensoriales:** son ascendentes, centrípetas, nacen de la periferia y proporcionan información a los centros superiores.
- **Vías motoras:** son descendentes, centrífugas, a partir de los centros efectores, que son los generadores del impulso motor para los músculos estriados.

VÍAS ASCENDENTES

Las **vías ascendentes (sensitivas)** se dividen en:

- **Sistema anterolateral:**

A. Vía del tacto simple: tracto espinotalámico anterior.
B. Vía de la sensibilidad termoalgésica (nocicepción y termorrecepción): tracto espinotalámico lateral.
C. Tracto espinorreticular.
D. Tracto espinotectal.

- **Sistema de la columna posterior o lemniscal medial:** vía del tacto epicrítico (táctil discriminativa) y de la sensibilidad profunda consciente (propiocepción): fascículo grácil [de Goll] y fascículo cuneiforme [de Burdach].

- **Sistema espinocerebeloso:** vía de la sensibilidad profunda inconsciente:

A. Tracto espinocerebeloso anterior [cruzado] (activación de motoneuronas).
B. Tracto espinocerebeloso posterior [directo] (músculos y articulaciones).

Sistema anterolateral

El sistema anterolateral es una unidad estructural y funcional constituida, fundamentalmente, por dos tractos espinotalámicos: el anterior y el lateral (**fig. 33-1**). Este sistema tiene una organización funcional desde anterolateral hacia posterolateral de las siguientes sensibilidades: **presión**, **tacto**, **dolor** y **temperatura**. También tiene su organización somatotópica; las fibras que conducen la sensibilidad de los miembros inferiores son periféricas, mientras que las de los miembros superiores son profundas.

Vía del tacto simple

Esta sensación táctil es conducida por el **tracto espinotalámico anterior**, situado en el cordón anterior de la médula espinal y constituido por neuronas cuyos cuerpos asientan en el asta posterior de la médula. Los impulsos nerviosos que conducen llegan a la corteza cerebral, lo que determina que esta sea una vía consciente.

Receptores. Los receptores corresponden a exteroceptores para el tacto **ligero** y la **presión**.

Primera neurona. La prolongación periférica de esta neurona proviene de los receptores y recorre los ramos de los nervios espinales, hasta llegar a la raíz posterior de cada nervio. El cuerpo está en el **ganglio espinal** de cada raíz posterior. Desde allí la prolongación central ingresa en la médula espinal y atraviesa el tracto posterolateral, llegando al **asta posterior** de la sustancia gris espinal, para hacer sinapsis con la segunda neurona.

Segunda neurona. El cuerpo celular y sus dendritas se localizan en el **asta posterior** de la médula espinal (excepto en la lámina II). Su axón **cruza el plano mediano por la comisura blanca anterior** y se dirige al cordón anterior, para introducirse en el **tracto espinotalámico anterior contralateral** a su origen. La decusación de todos los axones se completa en el segmento medular inmediatamente superior al nivel de ingreso. Este tracto asciende por el tronco encefálico y se adosa al lemnisco medial craneal a la médula oblongada. Continúa ascendiendo, junto con el lemnisco medial, y termina en el **núcleo ventral posterolateral del tálamo** (VPL), parte caudal. Allí hace sinapsis con la tercera neurona.

Tercera neurona. Tiene sus dendritas y su cuerpo celular en el tálamo (VPL). Su axón llega a la corteza cerebral a través del **brazo posterior de la cápsula interna** y la corona radiada. Alcanza en particular al **giro poscentral**. Allí hace sinapsis con las neuronas de la corteza del área 3,1,2 de Brodmann, llamada **área somatosensitiva primaria** (SI).

Vía de la sensibilidad termoalgésica

La **nocicepción** (recepción del dolor) y la **termorrecepción** (recepción de la temperatura) son conducidas por el **tracto espinotalámico lateral**, ubicado en el cordón lateral de la médula espinal (**fig. 33-1**). Es una vía consciente.

Receptores. Los receptores corresponden a exteroceptores para el **dolor** y la **temperatura**.

Primera neurona. La prolongación periférica se dirige desde los receptores, hasta llegar a la raíz posterior de cada nervio espinal. El cuerpo está en el **ganglio espinal**. Desde allí, la prolongación central ingresa en la médula espinal y atraviesa el tracto posterolateral, llegando al **asta posterior de la sustancia gris espinal**, para hacer sinapsis con la segunda neurona.

Segunda neurona. Tiene sus dendritas y su cuerpo celular en el asta posterior, en las láminas espinales I, IV y V. Su axón se **decusa** por la **comisura blanca anterior** y pasa al cordón lateral para formar parte del **tracto espinotalámico lateral**. Este asciende juntamente con el tracto espinotalámico anterior, hasta que este último se aleja para unirse al lemnisco medial. El tracto espinotalámico lateral asciende por el tronco encefálico como **lemnisco espinal**. Continúa ascendiendo por el pedúnculo cerebral junto al lemnisco medial y termina en el núcleo ventral posterolateral (VPL) del tálamo, para encontrarse con la tercera neurona de la vía.

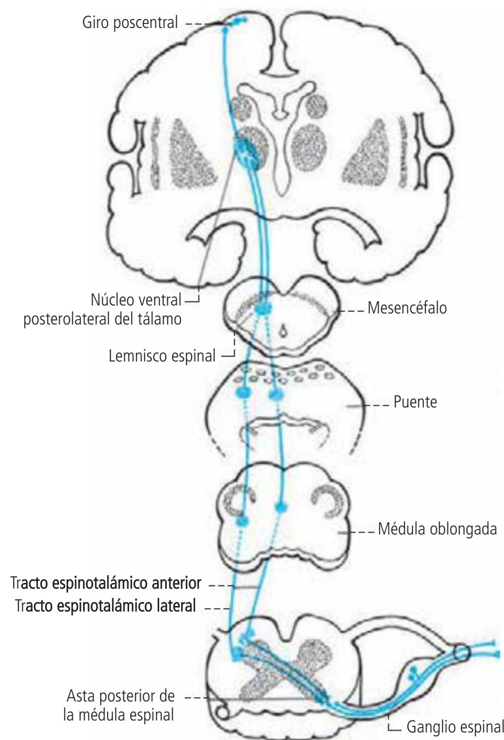


Fig. 33-1. Vías somatosensoriales, sistema anterolateral.

Tercera neurona. Tiene sus dendritas y su cuerpo celular en el tálamo (VPL). Su axón llega a la corteza cerebral por el **brazo posterior de la cápsula interna** y la corona radiada, y alcanza el **giro poscentral**, áreas 3, 1, 2 de Brodmann (SI).

Tractos espinorreticular y espinotectal

Las fibras espinorreticulares están entremezcladas con las de los tractos espinotalámicos. Estas fibras, al llegar a los niveles medular y pontino, se proyectan a los núcleos de la formación reticular.

Las fibras del tracto espinotectal acompañan a los tractos espinotalámicos y a nivel mesencefálico se proyectan hacia el colículo superior y la sustancia gris periacueductal.

Sistema de la columna posterior o lemniscal medial

Vía del tacto epicrítico (táctil discriminativa) y de la sensibilidad profunda consciente (propiocepción)

El tacto discriminativo y la propiocepción son transportados por medio del **fascículo grácil** y el **fascículo cuneiforme** (**fig. 33-2**). Las fibras que forman estos fascículos son las prolongaciones centrales de las neuronas de los ganglios espinales que, deslizándose contra el asta posterior de la médula espinal, penetran en el **cordón posterior**. La vía es consciente y llega hasta la corteza cerebral.

Receptores. El tacto discriminativo utiliza exteroceptores para el tacto que permiten identificar más de un punto de contacto regional: los corpúsculos lameloso [de Pacini] y terminales [de Golgi-Mazzoni]. Los receptores de la sensibilidad propioceptiva se ubican en los músculos estriados (husos neuromusculares), en los tendones (órganos tendinosos) y en las cápsulas articulares (terminaciones libres).

Primera neurona. Proveniente del nervio espinal, llega la prolongación periférica de la primera neurona por la raíz posterior. El cuerpo neuronal se encuentra en el **ganglio espinal**. La prolongación central llega a la médula espinal por la raíz posterior y gana el **cordón posterior homolateral**, por el cual asciende. Se forman dos fascículos, que prácticamente ocupan todo el cordón posterior:

A. El **fascículo grácil** (*gracilis*): está constituido por las fibras ascendentes largas provenientes de las raíces posteriores de los nervios espinales: sacros, lumbares y de los seis últimos nervios torácicos. La ubicación del fascículo en el cordón posterior es **medial**. El fascículo asciende por la médula espinal en forma **homolateral** (sin decusarse), hasta la médula oblongada, en cuya porción inferior encuentra al **núcleo grácil**.

B. El **fascículo cuneiforme** (*cuneatus*): está constituido por fibras largas ascendentes, provenientes de las raíces posteriores de los nervios espinales cervicales y de los seis primeros nervios torácicos. La ubicación del fascículo en el cordón pos-

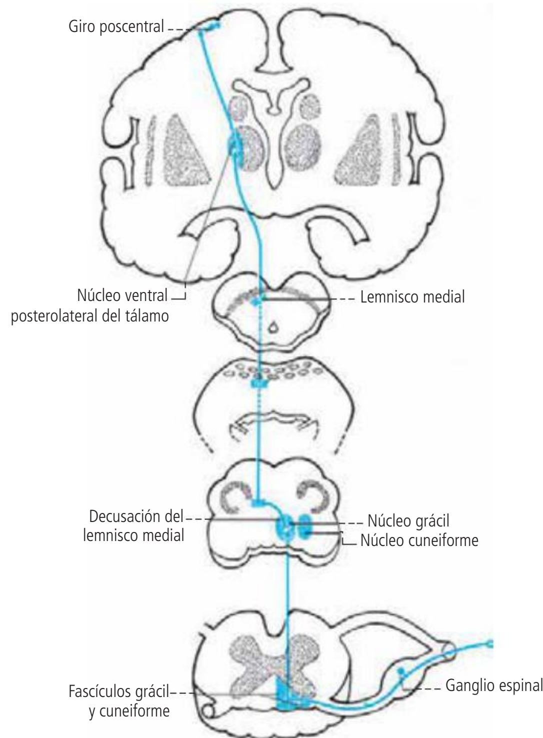


Fig. 33-2. Vías del tacto epicrítico y de la sensibilidad profunda consciente, sistema de la columna posterior.

terior es **lateral**. El fascículo asciende por la médula espinal en forma **homolateral**, hasta la médula oblongada, en cuya porción inferior encuentra al núcleo cuneiforme.

Segunda neurona. Tiene sus dendritas y su cuerpo celular en los núcleos grácil y cuneiforme:

A. Núcleo grácil: núcleo medial de la columna dorsal de la médula oblongada, subyacente al tubérculo grácil. Recibe al fascículo grácil, que conduce el impulso sensitivo del miembro inferior y del tronco del mismo lado. Del cuerpo neuronal sale un axón que participa en la formación del **lemnisco medial**.

B. Núcleo cuneiforme: es un núcleo de la columna dorsal de la médula oblongada. Recibe fibras del fascículo cuneiforme, que transporta la información sensitiva del miembro superior y del cuello del mismo lado. Del cuerpo neuronal sale un axón que participa en la formación del **lemnisco medial**.

De estos núcleos, los axones de las segundas neuronas forman las **fibras arqueadas internas**, al dirigirse en sentido medial. **Cruzan** el plano mediano de la médula oblongada, craneal a la decusación piramidal, formando la **decusación del lemnisco medial** [decusación sensitiva]. Una vez decusadas, las fibras giran y ascienden constituyendo el **lemnisco medial** [cinta de Reil media].

En el puente, el lemnisco medial se ubica medialmente, situado por delante del cuerpo trapezoide y detrás de las fibras pontocerebelosas transversales. En su trayecto ascendente por el tronco encefálico, recibe fibras sensitivas de los nervios trigémino, facial, glosofaríngeo y vago, y del tracto espinotalámico anterior. El axón de esta neurona termina en el **núcleo ventral posterolateral del tálamo**.

Tercera neurona. El cuerpo de esta neurona se ubica en el núcleo **ventral posterolateral del tálamo**. Su axón se dirige hacia la corteza cerebral, pasando por el **brazo posterior de la cápsula interna** y la corona radiada. Va en busca de las neuronas corticales del **giro poscentral**, área somatosensitiva primaria.

Sistema espinocerebeloso

Sensibilidad propioceptiva inconsciente

Las vías espinocerebelosas se detienen en el cerebelo, por eso son inconscientes. La sensibilidad profunda (propiocepción) inconsciente es transportada por dos tractos: **espinocerebeloso anterior** y **espinocerebeloso posterior**.

Tracto espinocerebeloso anterior

Receptores. Son profundos (propioceptores), ya descritos en el sistema de la columna posterior.

Primera neurona. La prolongación periférica transcurre por la raíz posterior del nervio espinal. El cuerpo neuronal se encuentra en el **ganglio espinal**. La prolongación central llega a la mé-

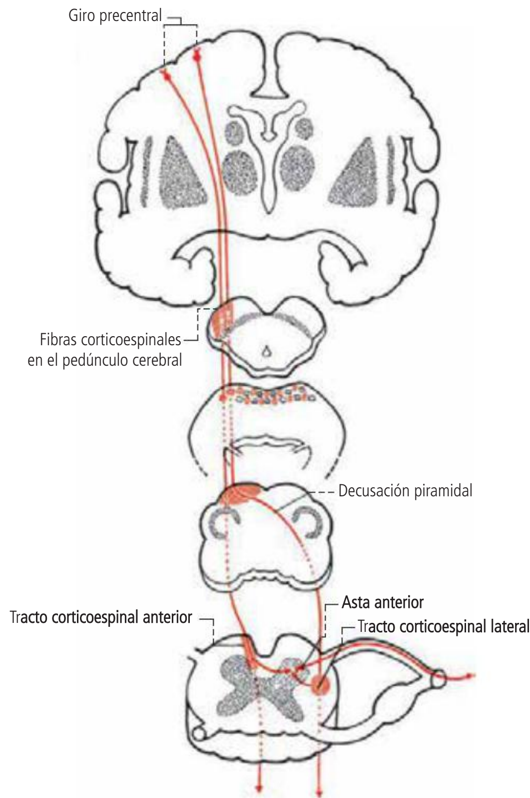


Fig. 33-3. Vía piramidal, tractos corticoespinales.

dula espinal por la raíz posterior y penetra en el asta posterior, hasta las láminas espinales V, VI y VII.

Segunda neurona. Su cuerpo se encuentra en la **base del asta posterior**, desde los niveles coccígeos hasta el primero lumbar, su axón **cruza el plano mediano** y atraviesa la comisura blanca anterior. Llegados al cordón lateral del lado opuesto, los axones ascienden formando el **tracto espinocerebeloso anterior** [cruzado de Gowers], situado en el cordón lateral de la médula espinal, hacia su periferia. En el puente el tracto cambia de dirección, se dirige hacia atrás a lo largo del **pedúnculo cerebeloso superior** y **cruza nuevamente el plano mediano**. Termina en la capa granulosa de la corteza del **vermis cerebeloso**.

Tracto espinocerebeloso posterior

Receptores. Son profundos (propioceptores) y exteroceptores.

Primera neurona. La prolongación periférica llega a través de la raíz posterior del nervio espinal. El cuerpo neuronal se encuentra en el **ganglio espinal**. La prolongación central penetra en la médula espinal y se dirige al asta posterior, hasta el **núcleo torácico posterior** [de Clarke].

Segunda neurona. Su cuerpo se encuentra en el **núcleo torácico posterior**, desde el tercer nivel lumbar hacia arriba. Su axón se dirige hacia atrás para ubicarse en el cordón lateral y formar el **tracto espinocerebeloso posterior** [directo de Flechsig]. Este tracto **asciende homolateralmente** hasta la médula oblongada, luego se curva en sentido lateral y se incorpora al **cuerpo restiforme** del pedúnculo cerebeloso inferior, por el cual llega a la **corteza paleocerebelosa**.

VÍAS SENSORIALES Y VÍA DE LA SENSIBILIDAD TRIGEMINAL

Las vías sensoriales se presentan con cada uno de los órganos de los sentidos: visión, audición, olfación y gusto.

La vía de la sensibilidad trigeminal se estudia con el nervio trigémino.

VÍAS DESCENDENTES

Las **vías descendentes (motoras)** se dividen en:

- **Vías piramidales**
  - **A.** Tracto corticoespinal anterior.
  - **B.** Tracto corticoespinal lateral.
  - **C.** Tracto corticonuclear [corticobulbar].

– **Vías extrapiramidales**
  A. Tracto vestibuloespinal medial.
  B. Tracto vestibuloespinal lateral.
  C. Tracto rubroespinal.
  D. Tracto pontorreticuloespinal [reticuloespinal anterior].
  E. Tracto medulorreticuloespinal [bulborreticuloespinal reticuloespinal lateral].
  F. Tracto tectoespinal.
  G. Fibras olivoespinales.

Vías piramidales

Son vías simples; con dos neuronas solamente, la **primera neurona** está en la corteza cerebral y la **segunda neurona** se encuentra en las astas anteriores de la médula espinal y en los núcleos motores somáticos de los nervios craneales. Por lo tanto, a partir de un origen cortical común, hay dos contingentes de fibras motrices: corticoespinales y corticonucleares.

Orígenes. Las fibras se originan, en parte, en las células piramidales gigantes [Betz] de la corteza cerebral del giro precentral [frontal ascendente] y de la parte superior del lobulillo paracentral (área 4 de Brodmann). Otros orígenes son: el área premotora (área 6) y del giro poscentral (área 3,1,2). Todas estas neuronas de estas áreas de origen se engloban dentro de la denominación de **neurona motora superior**.

Tractos corticoespinales

Primera neurona. Los axones de las neuronas motoras superiores, extendidos en abanico en su origen, convergen abajo y medialmente formando parte de la corona radiada. Los axones de esta primera neurona siguen el siguiente trayecto: las fibras cruzan primero el centro oval y se reúnen en la parte media del **brazo posterior de la cápsula interna** (**fig. 33-3**). En el brazo posterior de la cápsula interna, los axones se disponen, de **adelante hacia atrás**, de la siguiente manera: las fibras del miembro superior, las del tronco y por último las del miembro inferior. En el **pedúnculo cerebral** se sitúan en el pie del pedúnculo cerebral, por delante y lateral a la sustancia negra, ocupando las **3/5 partes centrales del pie** (véase **fig. 30-3**). Se ubican entre los tractos corticonucleares, mediales, y los corticopontinos [fascículo de Türck-Meynert] lateralmente. En el puente, las fibras se acercan al plano mediano y ocupan la parte ventral del puente; a este nivel están **disociadas** por las fibras pontocerebelosas y la presencia de los **núcleos pontinos**. En la médula oblongada se constituyen nuevamente dos fascículos bien diferenciados que se reagrupan en las **pirámides de la médula oblongada**. En la parte inferior de la médula oblongada, estos fascículos se dividen en dos tractos: el **corticoespinal anterior** [piramidal directo] y el **corticoespinal lateral** [piramidal cruzado]. El **tracto corticoespinal lateral**, cruza el plano mediano y da lugar a la **decusación piramidal**; este fascículo es más importante (90%) que el **piramidal directo** (10%). En la parte inferior de la médula oblongada se diferencian los dos tractos: el corticoespinal anterior y el corticoespinal lateral. En la médula espinal, el tracto corticoespinal lateral ya decusado se encuentra en el cordón lateral por detrás del tracto rubroespinal y medial al tracto espinocerebeloso posterior; el fascículo piramidal directo está situado en el cordón anterior, medial a la emergencia de la raíz espinal anterior. A nivel de cada mielómero, los axones de estos tractos, que no han efectuado ninguna conexión desde su origen cortical, llegan al **asta anterior de la médula espinal**; los axones del tracto corticoespinal lateral lo hacen del mismo lado, y los axones del tracto corticoespinal anterior **cruzan** el plano mediano por la comisura blanca anterior para llegar al asta anterior del lado opuesto. Así, **todos** los axones de la vía piramidal cruzan el plano mediano, sea en la médula oblongada o en la médula espinal.

Segunda neurona. El cuerpo celular está en el asta anterior de la médula (lámina IX). Se trata de la **motoneurona alfa**. Sus dendritas reciben el contacto de los axones de la primera neurona. Su axón se introduce en la raíz anterior y luego en el nervio espinal, que lo conduce al músculo correspondiente. En ocasiones se encuentran neuronas intercalares entre la primera y la segunda neurona.

Fibras corticonucleares

Están constituidas por axones de las neuronas motoras de la corteza cerebral que terminan en los núcleos motores de los nervios craneales. Provienen de la parte inferior del giro precentral, donde se encuentran las neuronas motoras superiores de la cabeza y del cuello, así como del giro frontal medio (área 8), a partir de los centros oculocefalógiros. Los axones atraviesan el centro oval y se concentran también en la cápsula interna (**fig. 33-4**).

Las fibras nerviosas ocupan la **rodilla de la cápsula interna**, por delante de los tractos corticoespinales. Las fibras corticonucleares [fascículo geniculado], se dirigen desde aquí, hacia abajo y medialmente para llegar al tronco encefálico. En el pie del pedúnculo del mesencéfalo ocupan la parte medial de los 3/5 medios, ubicándose mediales a las fibras corticoespinales. Luego las fibras descienden por el puente y la médula oblongada alcanzando sucesivamente los **núcleos motores** de los nervios trigémino, facial e hipogloso y el núcleo ambiguo, motor de los nervios glosofaríngeo y vago. Además de las descritas, otra parte de las fibras corticonucleares se dirigen hacia el fascículo longitudinal medial para formar parte de la vía oculocefalgira, responsable de los movimientos coordinados de los ojos, la cabeza y el cuello. Estas fibras se dirigen a los núcleos motores de los nervios oculomotor, troclear, abducens y accesorio.

Vías extrapiramidales

Participan en la producción de los movimientos automáticos o semivoluntarios y en la regulación del tono muscular. Son vías complejas que ponen en juego, mediante sinapsis, numerosas neuronas. Su característica común es que en ellas participa el cerebelo, órgano del equilibrio, de la coordinación de los movimientos y del tono muscular. Están constituidas por una cadena de fibras motoras nacidas de los centros encefálicos no corticales. Participan, también, en el inicio de los movimientos voluntarios y colaboran durante su desarrollo con las vías piramidales.

Tracto rubroespinal

Primera neurona. Las fibras emanadas del núcleo rojo pasan al lado opuesto por la **decusación tegmental ventral** [de Forel] y descienden primero por el tronco encefálico, y luego por la médula espinal, formando el **tracto rubroespinal**. En el tronco encefálico envía fibras a la formación reticular y a los núcleos medulares [bulbares] somatomotores de los nervios craneales. En la médula espinal se sitúa por delante del tracto corticoespinal lateral y envía sus fibras a cada mielómero en el asta anterior de la médula espinal (**fig. 33-5**).

Segunda neurona. En la lámina IX de la sustancia gris espinal, en el asta anterior, se encuentra el cuerpo de las **motoneu-**

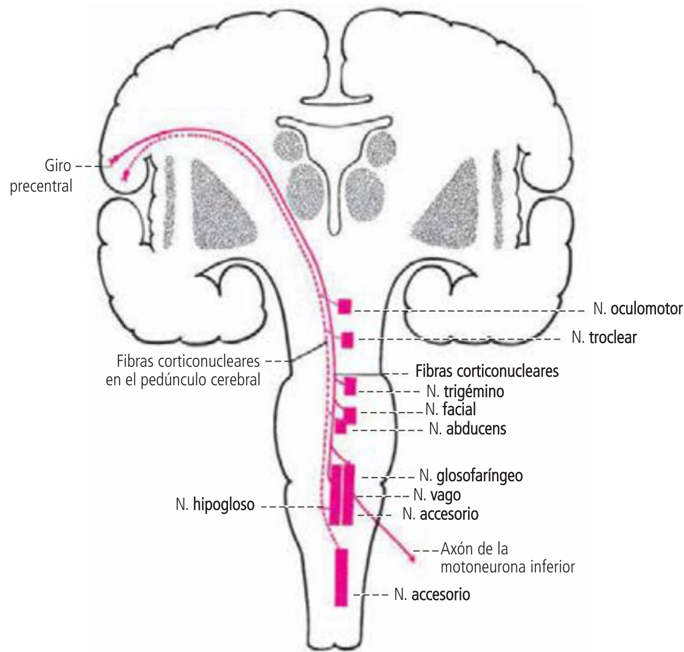


Fig. 33-4. **Vía piramidal, fibras corticonucleares que llegan a los núcleos motores de los nervios craneales.**

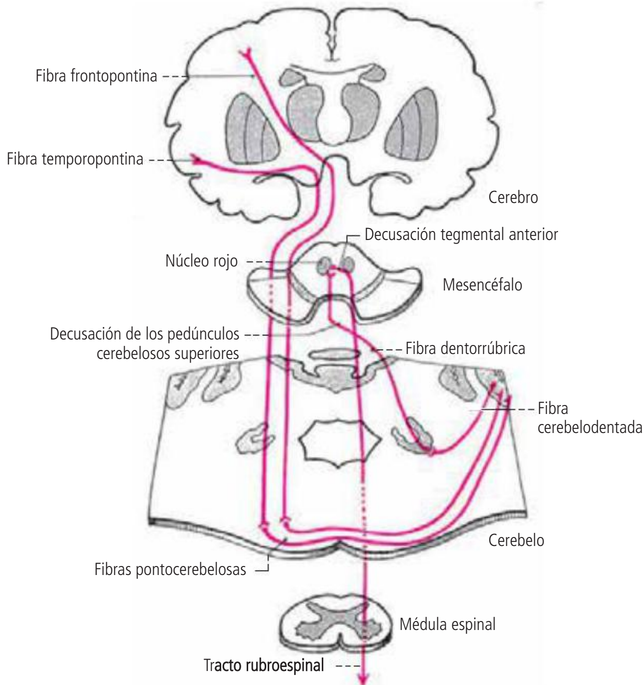


Fig. 33-5. **Vía motora extrapiramidal.**

ronas alfa y gamma. El axón sale de la médula espinal por la raíz anterior del nervio espinal y desde allí se dirige a un efector (músculo estriado).

Tracto tectoespinal

Primera neurona. El cuerpo de esta neurona se encuentra en el colículo superior; sus axones se cruzan formando la **decusación tegmental dorsal** y descienden por el tronco encefálico, pasando a la médula espinal como **tracto tectoespinal**. Este tracto se ubica en el cordón anterior de la médula espinal. En los niveles cervicales envía sus fibras al asta anterior de la médula.

Segunda neurona. En el asta anterior se encuentra el cuerpo de las **motoneuronas alfa y gamma**. El axón sale de la médula espinal por la raíz anterior del nervio espinal y desde allí se dirige a un efector.

Tracto pontorreticuloespinal

Primera neurona. El cuerpo de esta neurona se encuentra en la formación reticular pontina, sus axones descienden sin cruzarse, pasando a la médula espinal como **tracto pontorreticuloespinal**. El tracto se ubica en el cordón anterior de la médula espinal. En cada nivel envía fibras al asta anterior de la médula.

Segunda neurona. En el asta anterior se encuentra el cuerpo de las **motoneuronas alfa y gamma**. El axón sale de la médula por la raíz anterior del nervio espinal y desde allí se dirige a un efector.

Tracto medulorreticuloespinal [bulborreticuloespinal]

Primera neurona. El cuerpo de esta neurona se encuentra en la formación reticular de la médula oblongada [bulbo], sus axones descienden sin cruzarse, pasando a la médula espinal como **tracto medulorreticuloespinal**. El tracto se ubica en la parte más anterior del cordón anterior de la médula. En cada nivel envía fibras al asta anterior de la médula.

Segunda neurona. En el asta anterior se encuentra el cuerpo de las **motoneuronas alfa y gamma**. El axón sale de la médula por la raíz anterior del nervio espinal y desde allí se dirige a un efector.

Tracto vestibuloespinal

Los **núcleos vestibulares** reciben fibras que provienen del núcleo fastigio del cerebelo. De los núcleos vestibulares se origina el **tracto vestibuloespinal** situado en el cordón anterior de la médula; sus fibras cruzan por la comisura blanca anterior y alcanzan el asta anterior del otro lado.

Fibras olivoespinales

El núcleo olivar inferior de la médula oblongada origina el **tracto olivoespinal**, cuyas fibras se decusan en la médula oblongada, se ubica en el cordón lateral de la médula espinal y alcanza al asta anterior contralateral, para hacer sinapsis con las **motoneuronas gamma**.

34 Formación reticular

Se trata de un sistema muy particular por su estructura, su topografía, sus conexiones y, sobre todo, por las funciones que en la actualidad se le atribuyen, como el sueño y la vigilia, la regulación de las emociones, el control de los instintos, las regulaciones hormonales, etc. Filogenéticamente, es una formación antigua.

Después de los trabajos de Magoun (1946), en numerosos estudios se ha intentado precisar la topografía de esta formación, constituida por células de tamaño variable, con arborizaciones dendríticas complicadas que constituyen una red difusa, que no puede compararse con los centros y con las vías que se describieron en los capítulos precedentes. Sin embargo, pueden describirse zonas de condensación celular con conexiones cortas y vías de proyección largas.

Mal limitada, está formada por neuronas con axones cortos, dispuestos en sentido transversal o longitudinal, formando una red que encierra masas de cuerpos celulares.

SITUACIÓN

En la médula espinal

La formación reticular está representada por células que no se agrupan en núcleos pero que se encuentran en la zona intermedia de la sustancia gris espinal, situada en la prolongación del asta lateral de los segmentos cervicales.

Tractos: llamados "reticuloespinales", que ocupan el cordón anterior (tracto reticuloespinal ventral) o el cordón lateral (tracto reticuloespinal dorsal) (véase **fig. 29-5**). La mayor parte de ellos son vías descendentes, pero ciertos estímulos originados de las células reticulares espinales ascienden hacia los núcleos del tronco encefálico por los tractos reticuloespinales.

En el tronco encefálico

La formación reticular se extiende desde la médula espinal al diencéfalo. Ocupa los espacios comprendidos entre las vías motoras adelante y las vías sensitivas y los núcleos de los nervios craneales atrás (**figs. 34-1** y **34-2**). Así, se pueden distinguir núcleos mediales o del rafe, intermedios y laterales.

Núcleos mediales. Se los encuentra sobre el plano mediano a lo largo de toda la altura del tronco encefálico. Son los núcleos del rafe:

– A nivel de la médula oblongada, el núcleo oscuro del rafe.
– A nivel del puente, el núcleo magno del rafe.
– A nivel del mesencéfalo, los núcleos posteriores del rafe y lineal inferior.

Núcleos intermedios. Según su estructura, se distinguen:

– Núcleos mediales, de grandes células (gigantocelulares), en los cuales la parte mesencefálica se confunde con la parte medial del núcleo rojo hacia arriba y de la sustancia negra, algo más abajo y adelante. Por lo tanto, estas dos formaciones participan en la formación reticular.
– Núcleos posterolaterales: están constituidos por agrupamientos de pequeñas células (parvocelulares).

Los núcleos intermedios ocupan toda la altura del tronco encefálico, con masas celulares en la médula oblongada, pontinas y mesencefálicas.

Núcleos laterales. Se los integra a la formación reticular, dado que su estructura es muy particular. Se cree poder describir como tales a:

– Los núcleos reticulares, lateral y paramediano a nivel de la médula oblongada.
– El núcleo reticular del tegmento pontino [de Bechterew] contra el núcleo inferior del rafe del puente.

Estos núcleos laterales tendrían, especialmente por sus aferencias, diversas proyecciones, sobre todo cerebelosas.

En el hipotálamo

Se relacionan fácilmente con la formación reticular, la zona incierta, situada entre el núcleo subtalámico y el tálamo, en razón de la riqueza de sus conexiones con los núcleos reticulares del tronco encefálico.

CONEXIONES

Las más numerosas y las más densas, imposibles de describir, son intercelulares. El conjunto de las células reticulares está unido por vías cortas que aseguran la cohesión anatómica y fisiológica del conjunto.

Pero los núcleos del tronco encefálico se relacionan con todas las formaciones nerviosas del sistema nervioso por vías aferentes, cuya mayor parte está mal sistematizada.

Vías aferentes. Son las siguientes:

– Descendentes: provienen de la corteza cerebral, de los núcleos basales, o bien de los núcleos subtalámicos.
– Horizontales: estas se originan en el cerebelo o en los núcleos sensitivos de los nervios craneales.
– Ascendentes: de origen espinal, adoptan sea la vía de los tractos reticuloespinales o la de los tractos espinotalámicos, que abandonan a distintas alturas del tronco encefálico.

Vías eferentes. Estas son:

– Ascendentes: para el tálamo, por el tracto tegmental central; desde allí, las vías ascendentes ganan la corteza cerebral. Del mismo modo, existen proyecciones sobre las formaciones subcorticales (cuerpo estriado, hipotálamo anterior y posterior).

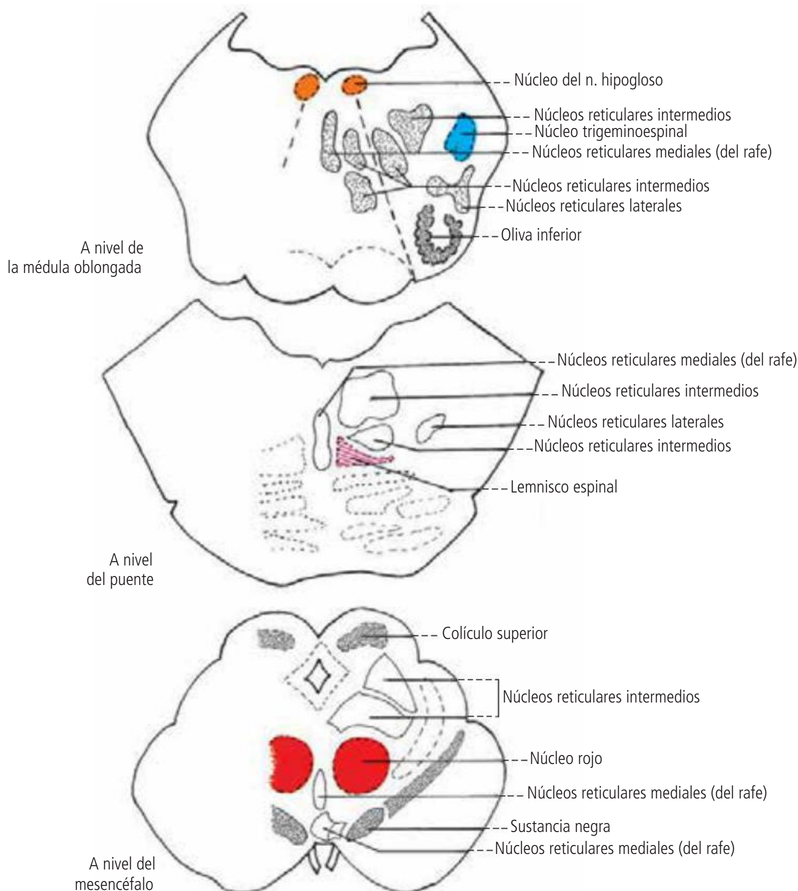


Fig. 34-1. **Cortes horizontales del tronco del encéfalo. Disposición esquemática de los núcleos.**

– Horizontales: están destinadas al cerebelo y a los núcleos motores de los nervios craneales.
– Descendentes: se dirigen hacia la médula espinal por los tractos reticuloespinales.

ANATOMÍA FUNCIONAL

Rica en sinapsis, la formación reticular comprende numerosas vías ascendentes y descendentes que poseen una importante participación funcional. Las conexiones aferentes y eferentes se realizan con la médula espinal, el hipotálamo, el cuerpo estriado, el núcleo rojo, la sustancia negra, el rinencéfalo y la corteza cerebral. Asegura la coordinación de numerosas funciones vegetativas: respiración, deglución, presión sanguínea, termorregulación, etcétera.

Ejerce un estímulo sobre los centros nerviosos superiores que los mantiene en estado de vigilancia y de vigilia. Sobre los núcleos infracorticales, tiene un control inhibidor o facilitador que, por otra parte, provoca el sueño.

Coordina las uniones entre los núcleos del cerebelo, entre los centros hipotalámicos y del tronco encefálico. Interviene así en el control postural y en la actividad endocrina, controla el ritmo biológico y las reacciones emocionales.

Es imposible considerar aquí el detalle de las funciones que los fisiólogos y los neurólogos atribuyen hoy a la formación reticular, cualquiera que sea, tanto activadora como frenadora. Sus acciones adoptan así el aspecto de un control de las actividades nerviosas, ya se trate de motricidad, de sensibilidad o de la vida vegetativa.

El estudio bioquímico ha permitido distinguir grupos celulares diferentes en el seno de la formación reticular, según se trate de células noradrenérgicas, dopaminérgicas o serotoninérgicas. Dahlstrom y Fuxe (1965) han precisado su topografía y se ha podido definir las vías propias de cada secreción: serotoninérgicas a partir de los núcleos del rafe, vías noradrenérgicas, ventral y dorsal, esta última originada en el núcleo rojo, etcétera.

Pero esto, mencionado aquí, se aleja de la anatomía descriptiva propiamente dicha.

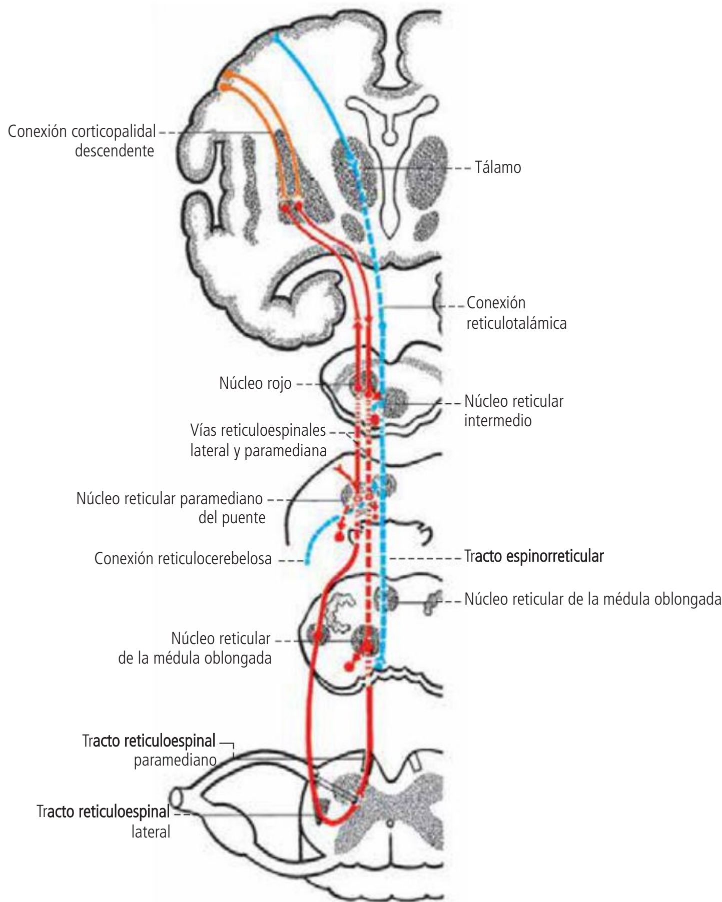


Fig. 34-2. Disposición general esquemática de la formación reticular.

Sistema nervioso periférico

VI

Conceptos generales

El sistema nervioso periférico está constituido por nervios y ganglios. Los nervios son estructuras de la sustancia blanca formadas por axones agrupados y rodeados por envolturas de tejido conectivo que conducen impulsos nerviosos. Estos impulsos pueden generarse a partir de estímulos provenientes de la periferia y ser conducidos hacia centros nerviosos del sistema nervioso central u originarse en centros nerviosos a nivel central y ser conducidos hacia un órgano efector periférico. Los ganglios son estructuras formadas por cuerpos de neuronas ubicados fuera del encéfalo y de la médula espinal.

De acuerdo con la ubicación de los somas de las neuronas en las cuales se originan los axones que conforman un nervio, pueden distinguirse:

- Los nervios del sistema nervioso somático o de la vida de relación, que permiten la relación con el medio.
- Los nervios del sistema nervioso autónomo, que participan en la regulación de la vida vegetativa. Estos, a su vez, se dividen en nervios simpáticos y parasimpáticos.

CLASIFICACIÓN

Es válida para los dos sistemas. Se distinguen:

- **Nervios centrípetos:** en ellos el impulso nervioso es aferente, está dirigido desde la periferia del sistema nervioso hacia el centro. Se los puede dividir en: nervios sensitivos (sensibilidad de todo origen) y nervios sensoriales (órganos de los sentidos).
- **Nervios centrífugos:** en estos el impulso nervioso se dirige desde los centros hacia la periferia. Se los divide en: nervios eferentes (motores) somáticos para el sistema muscular estriado, nervios eferentes (motores) viscerales para los músculos lisos de los órganos o de los vasos, y nervios eferentes secretorios.
- **Nervios mixtos:** son los más numerosos. Contienen a la vez fibras centrípetas y centrífugas.

Todos pueden contener fibras tanto del sistema somático como del autónomo.

DISPOSICIÓN GENERAL

Origen

Nervios craneales y espinales. Poseen un origen aparente (en su emergencia) y un origen real central (sustancia gris encefaloespinal para los nervios centrífugos) o real periférico (ganglios para los nervios centrípetos).

Nervios del sistema nervioso autónomo. Sus orígenes son más complejos (véase Sistema nervioso autónomo).

Descripción

Los nervios se presentan con el aspecto de cordones de diferentes grosores, blancos, cilíndricos o aplastados; su diámetro disminuye a medida que se originan los ramos colaterales a lo largo de su trayecto. El grosor de un nervio depende del número de fibras nerviosas que lo constituyen, así como también del tejido conectivo que lo rodea. El nervio más grueso del cuerpo humano es el ciático, situado en el miembro inferior.

Trayecto

Los nervios se dirigen hacia los órganos que inervan, siguen diversas direcciones y adoptan, en principio, el trayecto más corto para llegar a ellos. Pero se observan, además, trayectos helicoidales (nervio radial en el brazo), rectilíneos (nervio vago en el cuello) y curvos (asa del nervio laríngeo recurrente). Estas modificaciones se explican por el desarrollo embriológico, por ejemplo: la rotación del estómago es la que impone a los troncos vagales, en relación con el esófago terminal, su posición anteroizquierda y posteroderecha.

En su trayecto, los nervios originan ramos colaterales. En general, estos se separan del nervio formando un ángulo agudo, pero también existen ramos recurrentes que se separan describiendo una curva regular.

Los ramos terminales pueden disponerse en un ramillete de pequeños nervios más o menos numerosos y más o menos separados en abanico o en escalera.

Algunos nervios tienen un trayecto interrumpido por una dilatación de dimensión variable: el ganglio nervioso. Estos ganglios son centros nerviosos constituidos por cuerpos neuronales, en los cuales las fibras del nervio efectúan, en ocasiones, una sinapsis. Los ganglios se encuentran en todos los nervios espinales, el ganglio espinal, y en varios nervios craneales. En el caso del sistema nervioso autónomo, constituyen una parte esencial.

Relaciones

El trayecto de los nervios es superficial o profundo, pero en su origen, en la vecindad de la columna vertebral, todos son profundos. Según su destino, algunos se hacen superficiales y otros permanecen profundos.

Nervios superficiales. Están situados entre la piel y la fascia de revestimiento debajo de la tela subcutánea; se los puede observar acompañados por venas.

Nervios profundos. Presentan relaciones muy variadas como para que se los describa en forma general. Se recordará solamente que ciertos nervios profundos utilizan los planos conectivos intermusculares y que a menudo se reúnen con arterias, venas y linfáticos para constituir paquetes vasculonerviosos.

Ramos comunicantes y plexos nerviosos

Los nervios presentan **ramos comunicantes** [anastomosis] entre sí. Se trata de un intercambio de fibras entre dos nervios vecinos o entre un ganglio y un nervio; otras veces, entre dos nervios alejados. Estos ramos comunicantes pueden clasificarse en:

- Simples, mediante un ramo único, oblicuo, transversal o ansiforme.
- Múltiples, por varios ramos paralelos.
- Plexo anastomótico.
- Falsos ramos comunicantes (nervios adicionados), en los cuales un nervio se desprende de su tronco de origen y vuelve a él después de un trayecto variable.

Los plexos nerviosos son conjuntos de varios cordones nerviosos unidos de manera regular. Se forman de la siguiente manera:

- Ramos anteriores de nervios espinales, luego de su emergencia a través del foramen intervertebral (plexo braquial, lumbar, etcétera).
- Nervios que se unen en la vecindad, en la superficie o en la pared de una víscera (plexo faríngeo, hipogástrico, etcétera).
- Alrededor de las arterias, a las que forman una vaina nerviosa (plexo periarterial, carotídeo).

CONSTITUCIÓN ANATÓMICA

Puesto que se trata de una descripción microscópica, solo diremos (**fig. 35-1**):

- Que los nervios están formados por fibras nerviosas, algunas de las cuales poseen una vaina de mielina y otras no (fibras mielínicas y fibras amielínicas, respectivamente). Estas últimas caracterizan al sistema autónomo.
- Que los nervios disponen de una contextura de tejido conectivo dependiente de su envoltura, el perineuro, que emite tabiques interfasciculares que separan grupos de fibras nerviosas.
- Que cada fibra nerviosa termina (o se origina) en la periferia por un dispositivo muy complejo y diferenciado según el órgano o el tejido inervado: la placa motora para los músculos, los corpúsculos del tacto, las manchas acústicas, etcétera.
- Que el nervio, como todo órgano, dispone de una vascularización y de una inervación propias. Las arterias de pequeño calibre (*vasa nervorum*) provienen de las arterias de la vecindad y se las encuentra escalonadas en el trayecto del nervio. Sus ramas se comunican para formar una red continua de anchas mallas. Las venas ofrecen una disposición idéntica y son afluentes sanguíneos de las venas de la vecindad. Los linfáticos circulan en los espacios interfasciculares. Los nervios (*nervi nervorum*) son nervios simpáticos que siguen a los vasos de los nervios y ramos sensitivos pertenecientes al propio nervio.

EN EL SER VIVO

Exploración

Exploración directa. Pocos nervios son lo suficientemente superficiales como para que se los explore por la palpación. En ellos pueden desarrollarse tumores nerviosos y dar origen a un tumor visible o palpable. El diagnóstico de estos tumores exige

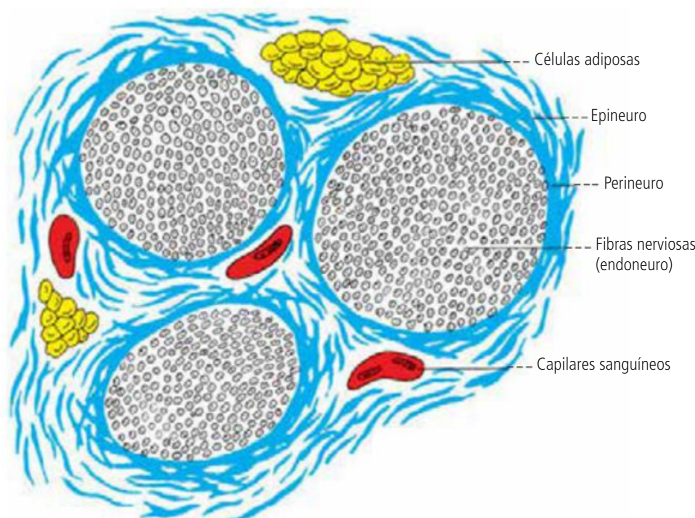


Fig. 35-1. Organización general de un nervio (según Girod).

un conocimiento exacto de la anatomía del nervio afectado.

Exploración indirecta. Utiliza la exploración de las funciones que dependen del nervio. Se exploran en particular los territorios de sensibilidad consciente, el estado de los músculos comandados por el nervio (contracción, trofismo), los reflejos cuya conducción asegura y las secreciones que dirige (p. ej., secreciones gástrica y vagal).

Exploración eléctrica. Permite estudiar las corrientes eléctricas suscitadas por el funcionamiento nervioso, o bien excitar el nervio para obtener una respuesta sensitiva, sensorial, motora o secretoria.

Vida del nervio

El nervio tiene vida propia, independiente de los órganos que inerva. Esta se manifiesta:

- En las enfermedades de los nervios (polineuritis, neuritis, tumores, etc.).
- En los traumatismos de los nervios: elongación, compresión o sección.

La sección de un nervio, además de las repercusiones sobre el órgano inervado (insensibilidad, parálisis, atrofia, atonía, distensión, etc.), provoca un proceso de degeneración de la parte del nervio que ha quedado separada de sus células de origen. El cabo central manifiesta un esfuerzo de reparación por proliferación conectiva de los axones y de los cilindroejes, que llegan a la constitución de un neuroma que se opone a la cicatrización nerviosa. La sutura quirúrgica del nervio permite obtener la recuperación de las funciones comandadas por este.

La descripción del sistema nervioso periférico comprende los capítulos siguientes:

- Nervios craneales.
- Nervios espinales [raquídeos]. (Los nervios de los miembros superior e inferior se describen con la anatomía de los miembros.)
- Sistema nervioso autónomo (vegetativo).

Nervios craneales

VII

Nervios craneales

36

GENERALIDADES

Se designa con este nombre a los **13 pares de nervios** que atraviesan forámenes o fisuras craneales para salir o acceder al cráneo desde o hacia sus núcleos, situados en el encéfalo. Los **nervios craneales** pueden conducir información aferente, eferente o ser mixtos. Inervan estructuras de la cabeza, el cuello y las cavidades torácica y abdominal. Los nervios craneales son:

- Nervio terminal (0).
- Nervio olfatorio (I).
- Nervio óptico (II).
- Nervio oculomotor (III).
- Nervio troclear (IV).
- Nervio trigémino (V).
- Nervio abducens (VI).
- Nervios facial (VII).
- Nervio vestibulococlear (VIII).
- Nervio glosofaríngeo (IX).
- Nervio vago (X).
- Nervio accesorio (XI).
- Nervio hipogloso (XII).

Estos nervios son sensoriales, sensitivos, motores o mixtos. Algunos contienen **fibras parasimpáticas** del sistema nervioso autónomo (III, VII, IX y X).

El **origen aparente** de los nervios craneales corresponde al sitio por el cual los nervios emergen o alcanzan macroscópicamente el tronco del encéfalo y el **origen real** corresponde al sitio donde están ubicados sus núcleos. Los nervios craneales olfatorio (I) y óptico (II) no se relacionan con núcleos del tronco encefálico y tienen algunas características que difieren de los demás. Serán descritos junto a Sistema respiratorio y Vías ópticas, respectivamente.

Cada uno de los nervios craneales está constituido por dos partes:

A. Uno o varios centros encefálicos, los núcleos de los nervios craneales que conforman su origen o terminación real con sus conexiones.

B. Un trayecto periférico con ramos colaterales, terminales y comunicantes.

Núcleos motores. Se disponen en dos columnas: una medial (III, IV, VI y XII), que inerva músculo estriado esquelético de origen somítico, y una lateral (V, VII, IX, X y XI). Esta última columna corresponde a la inervación de músculos derivados de los arcos faríngeos (**figs. 36-1** y **36-2**).

Núcleos sensitivos. También están dispuestos en dos columnas: una lateral (V), que inerva estructuras derivadas de somitas, y una medial (VII, IX y X) que inerva estructuras derivadas de mesodermo o endodermo (viscerales) (**figs. 36-1** y **36-3**).

Trayecto periférico. Los trayectos de los **nervios craneales** son variados. Algunos solo recorren espacios dentro de la cabeza, sin alcanzar regiones fuera de ella, como el olfatorio, el óptico, el vestibulococlear y el intermedio. Otros poseen trayectos más extensos, llegando al cuello, al tórax y al abdomen, como el vago, el accesorio y el hipogloso.

La distribución de algunos nervios craneales es muy limitada, es decir que inervan una estructura puntual, como por ejemplo los que inervan los músculos extrínsecos del ojo. En otros casos, su distribución es muy amplia y difusa, como la del nervio vago.

En el trayecto de los **nervios sensitivos** se encuentran **ganglios periféricos**, que contienen los somas (cuerpos) de las primeras neuronas de las vías en las que participan. Estos ganglios son apreciables macroscópicamente.

Ramos colaterales, **terminales y comunicantes.** Son extremadamente complejos ya que los ramos motores, sensitivos y sensoriales a menudo están situados próximos a fibras parasimpáticas del sistema autónomo.

DESCRIPCIÓN DE LOS NERVIOS CRANEALES

Nervio terminal (0)

Este nervio se encuentra en el ser humano durante el desarrollo embrionario. El **nervio terminal** está constituido por un pequeño filete nervioso, probablemente autónomo, de tamaño microscópico, que emerge del cerebro a nivel de la lámina terminal y de la estría olfatoria medial. Presenta dirección anterior, por debajo del lóbulo frontal y medial al tracto olfatorio. A lo largo del nervio se encuentran pequeños ganglios con cuerpos neuronales; por adelante se ubica **medial al bulbo olfatorio**. Sus fibras, luego de atravesar la lámina cribosa del etmoides, terminan en un plexo que se encuentra en la porción olfatoria de la mucosa del tabique nasal. No posee acción olfatoria pero su función se desconoce. Sus conexiones centrales están ubicadas en el área septal y preóptica.

Próximo al nervio terminal se encuentra el **sistema vomeronasal**. Consta de un nervio vomeronasal y un órgano vomeronasal [de Jacobson]. El nervio se proyecta desde el tubérculo olfatorio; sus fibras acompañan al tracto olfatorio y atraviesan la lámina cribosa del etmoides hacia las cavidades nasales. El **órgano vomeronasal** es un pequeño tubo ubicado a los lados del tabique nasal, por delante del vómer, con una abertura anterior. Se encuentra identificado en los fetos humanos, pero tiende a ir desapareciendo en los individuos adultos. Su función parece estar relacionada con la identificación de feromonas.

El **nervio terminal** y el **nervio vomeronasal** fueron descritos luego de que los otros nervios craneales hubieran recibido sus números (1798). Por ser medial al nervio olfatorio, el **nervio terminal** recibe el número **cero**.

Nervio olfatorio (I)

Se desarrolla en el sistema respiratorio con el órgano olfatorio (**cap. 91**).

Nervio óptico (II)

Se desarrolla en los órganos de los sentidos, las vías ópticas y los centros de la visión (**cap. 46**).

Nervio oculomotor (III)

Se desarrolla en los órganos de los sentidos y en las estructuras accesorias del ojo (**cap. 45**).

Nervio troclear (IV)

Se desarrolla en los órganos de los sentidos y en las estructuras accesorias del ojo (**cap. 45**).

Nervio trigémino (V)

Se llama trigémino debido a que se divide en el cráneo en **tres ramos**. Proporciona la inervación **sensitiva** de la mayor parte de la cabeza e inervación **motora** para los músculos derivados del 1.er arco faríngeo embrionario, entre los que se incluyen los de la masticación.

Orígenes reales

Se distinguen los núcleos sensitivos y el núcleo motor.

Núcleos sensitivos. Son tres núcleos que reciben las fibras provenientes del ganglio del nervio trigémino (**figs. 36-1** y **36-3**). Pertenecen a una columna gris que prolonga hacia arriba la columna posterior de la médula espinal y su función es recibir **aferencias somáticas generales**. Esta columna se extiende desde la parte superior de la médula espinal cervical hasta el mesencéfalo, con un espesor máximo a nivel del puente. Está situada en la parte posterolateral del tronco encefálico (**fig. 36-4**). Su parte caudal o meduloespinal constituye el **núcleo espinal del nervio trigémino**, que recibe las fibras del **tracto espinal del nervio trigémino**. La parte de esta columna que se encuentra a nivel del puente, lugar en donde es más ancha, está representada por el **núcleo principal del nervio trigémino**. Hacia arriba se continúa con el **núcleo mesencefálico del nervio trigémino**.

Estos núcleos están conectados con el tálamo por dos vías cuyas fibras forman los **tractos trigeminotalámicos**, de los cuales uno es **anterior** y el otro **posterior** (**fig. 36-4**).

Las fibras sensitivas que se encuentran en cada uno de los tres ramos del nervio trigémino conducen la **sensibilidad exteroceptiva** de la mucosa conjuntival, el saco lagrimal y la cavidad nasal, de los senos paranasales, de la cavidad oral y de los dientes. Transmiten la **sensibilidad propioceptiva** de los músculos de la órbita, de los cutáneos de la cara y de los masticadores y de la articulación temporomandibular.

Cada una de las modalidades sensitivas se dirige a un núcleo específico. La sensibilidad táctil hace estación en el **núcleo principal**, la termoalgésica en el **núcleo espinal** y la propioceptiva y profunda en el **núcleo mesencefálico**.

La información propioceptiva proveniente de los músculos extraoculares, la articulación temporomandibular, los

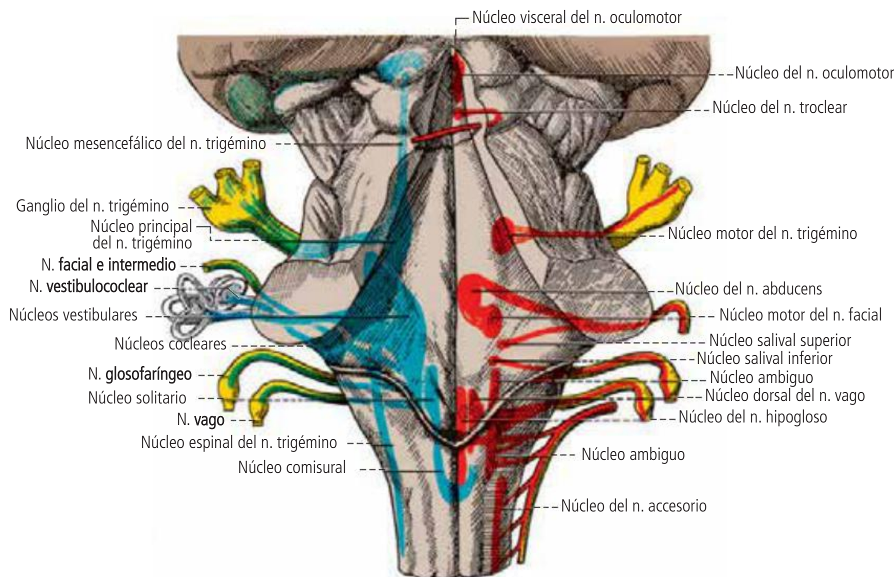


Fig. 36-1. **Núcleos motores y sensitivos de los nervios craneales en una vista posterior por transparencia del tronco del encéfalo** (excepto los del nervio olfatorio y el nervio óptico) (según Netter). En rojo: núcleos motores. En azul: núcleos sensitivos.

músculos masticadores y los ligamentos periodontales llega al núcleo mesencefálico del trigémino. Este núcleo, a diferencia de los núcleos espinal y principal del nervio, presenta cuerpos de neuronas seudounipolares, similares a las presentes en el ganglio trigeminal. La prolongación periférica de estas neuronas atraviesa el ganglio trigeminal, sin realizar sinapsis allí, y se distribuye por los ramos del nervio trigémino mientras que la prolongación central se dirige, entre otros destinos, hacia el tracto trigeminotalámico anterior ó hacia el núcleo motor del trigémino para formar el arco reflejo miotático mandibular. Lo peculiar de esta distribución es que directamente desde el núcleo sensitivo mesencefálico parten fibras hacia el núcleo motor, de manera que el núcleo mesencefálico presenta una similitud con el ganglio trigeminal, aunque se diferencia por su ubicación en el sistema nervioso central.

La mayoría de las fibras que parten de los núcleos sensitivos cruzan el plano mediano y ascienden por el tracto trigeminotalámico anterior hasta el núcleo ventral posteromedial del tálamo. Las fibras que parten del núcleo mesencefálico no se decusan y ascienden por el tracto trigeminotalámico posterior.

Núcleo motor. Está formado por un grupo de células ubicadas en la parte dorsal del puente, es el **núcleo motor del nervio trigémino** [masticador], se halla por encima del núcleo motor del nervio facial y medial al núcleo principal del trigémino.

El núcleo motor recibe fibras corticonucleares decusadas.

Las **fibras motoras** adoptan el trayecto del **nervio mandibular** e inervan los músculos: pterigoideos lateral y medial, temporal, masetero, tensor del tímpano, del velo del paladar, milohioideo y vientre anterior del digástrico.

Origen aparente

El nervio se origina por dos raíces emanadas de la cara anterolateral del puente, en el punto en que esta se confunde con los pedúnculos cerebelosos medios. La raíz sensitiva es muy voluminosa y está situada lateral a la raíz motora, que es mucho más pequeña.

Trayecto

Desde su origen, situado en la fosa craneal posterior, subtentorial, el nervio se dirige hacia adelante y lateral en dirección al borde superior de la porción petrosa del hueso temporal. La raíz motora se desliza paulatinamente bajo la raíz sensitiva. En la cara anterior de la porción petrosa del temporal, la **raíz sensitiva** se separa en abanico (plexo triangular) y se ensancha por la presencia del **ganglio del nervio trigémino** [semilunar; de Gasser]. Este se encuentra en una celda de la duramadre, el **cavum trigeminal**, donde emite sus ramos terminales: nervios oftálmico, maxilar y mandibular. La raíz motora, que se ubicó debajo del ganglio del trigémino, no penetra en él y se prolonga en el nervio mandibular.

Relaciones

En el ángulo pontocerebeloso. El nervio trigémino se encuentra en el espacio subaracnoideo comprendido entre el puente, el cerebelo y la cara posterior de la porción petrosa del hueso temporal. Se encuentra lateral y por debajo del nervio troclear, y arriba y medial a los nervios facial y vestibulococlear. Lateral a este, venas del cerebelo están unidas al seno petroso superior por la **vena cerebelosa inferior** (**fig. 36-5**).

En el borde superior de la porción petrosa del hueso temporal. El plexo triangular y la raíz motora se apoyan sobre la **impresión trigeminal** [de Gruber]. Esta incisura ósea forma un orificio con la circunferencia mayor de la tienda del cerebelo, donde se ubica el seno petroso superior.

El **ganglio del nervio trigémino** (**fig. 36-6**) tiene forma de medialuna aplanada, de concavidad posterior y de cuya convexidad anterior emergen los tres ramos terminales del nervio. Oblicuo hacia abajo, adelante y algo lateral, reposa sobre la porción petrosa del hueso temporal. El **cavum trigeminal** [de Meckel] (**fig. 36-7**) es una pequeña celda de la duramadre constituida por un desdoblamiento de esta meninge. Su piso está formado por una delgada lámina adherente a la parte petrosa. Su techo

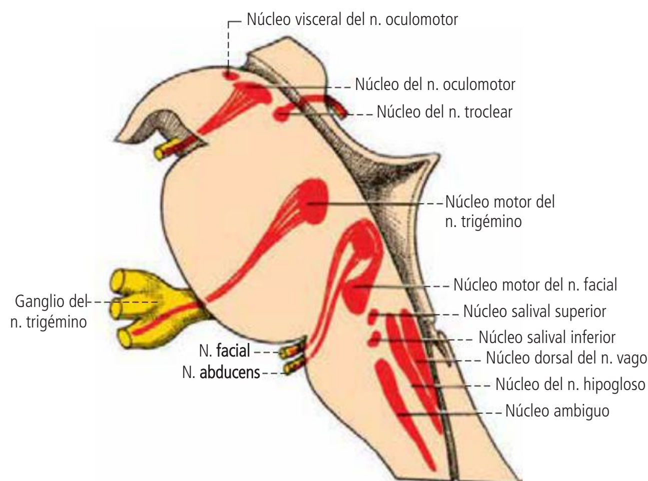


Fig. 36-2. Núcleos motores de los nervios craneales (excepto los del nervio olfatorio y el nervio óptico). Vistos por transparencia, en un corte sagital mediano del tronco del encéfalo (según Netter).

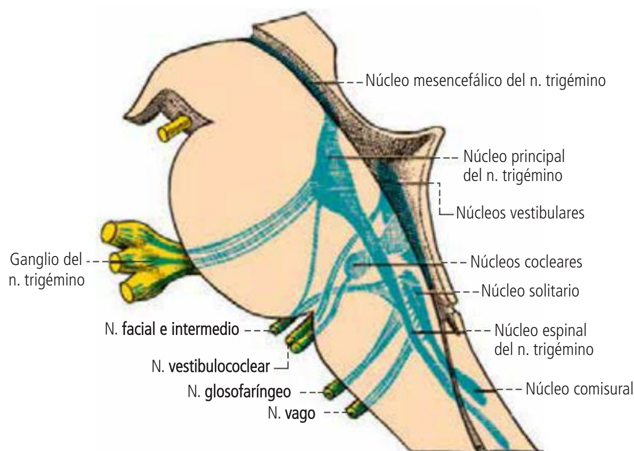


Fig. 36-3. Núcleos sensitivos de los nervios craneales (excepto los del nervio olfatorio y el nervio óptico). Vistos por transparencia, en un corte sagital mediano del tronco del encéfalo (según Netter).

está constituido por una lámina gruesa que desciende de la pared lateral del seno cavernoso. El cavum se prolonga hasta el foramen oval lateralmente y hasta el foramen redondo adelante, formando prolongaciones para los nervios mandibular y maxilar.

En la celda, el ganglio está separado de las paredes: atrás, por una prolongación de la piamadre; adelante, se adhiere al techo, especialmente en su cara anterior, sobre los ángulos mediales (seno cavernoso) y lateral, donde se adhiere a la duramadre formando ligamentos.

Por fuera de la celda, el ganglio se relaciona por adelante y arriba con la fosa media de la base del cráneo y el lóbulo temporal; lateralmente con la arteria meníngea media; atrás con la carótida interna en su porción intrapetrosa (que va a penetrar en

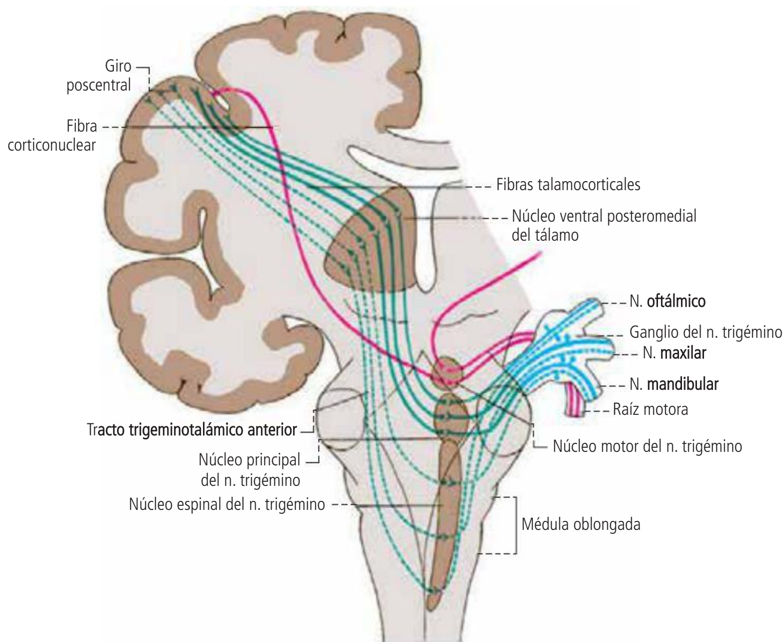


Fig. 36-4. Conexiones centrales del nervio trigémino (según Deódati). En rojo: fibras motoras. En azul: fibras sensitivas.

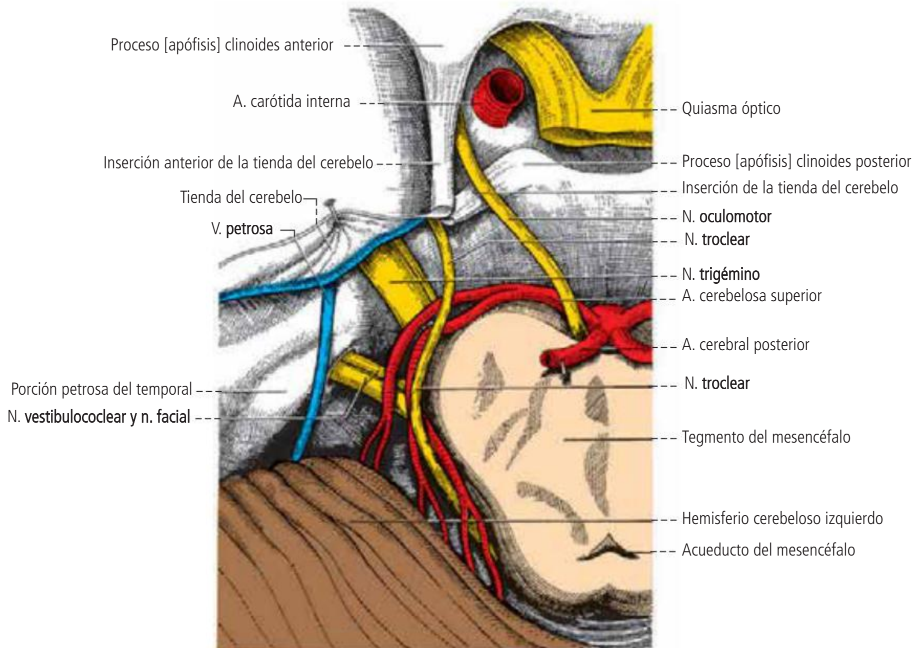


Fig. 36-5. **Ángulo pontocerebeloso e inserciones de la tienda del cerebelo, vista superior, lado izquierdo.**

el seno cavernoso) y medialmente con el seno cavernoso (con los nervios abducens y troclear).

El ganglio del nervio trigémino recibe fibras simpáticas del plexo carotídeo interno a través un ramo comunicante cervicotrigeminal.

Distribución. Ramos terminales

Es un nervio sensitivo. Se dirige hacia arriba y adelante, penetra en el tabique lateral del seno cavernoso, donde se

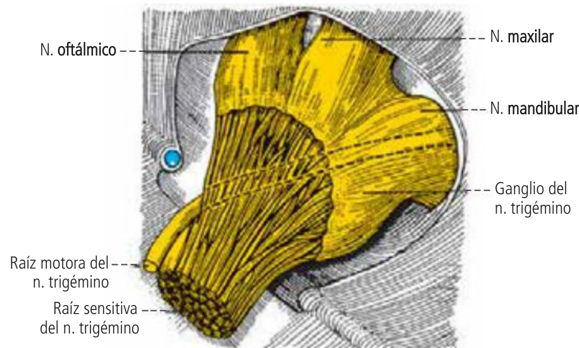


Fig. 36-6. **Trigémino y ganglio del nervio trigémino, lado derecho, vista superior. El techo de duramadre del cavum trigeminal** ha sido resecado y la circunferencia mayor de la tienda del cerebelo, extirpada. En azul, se observa el seno venoso petroso superior.

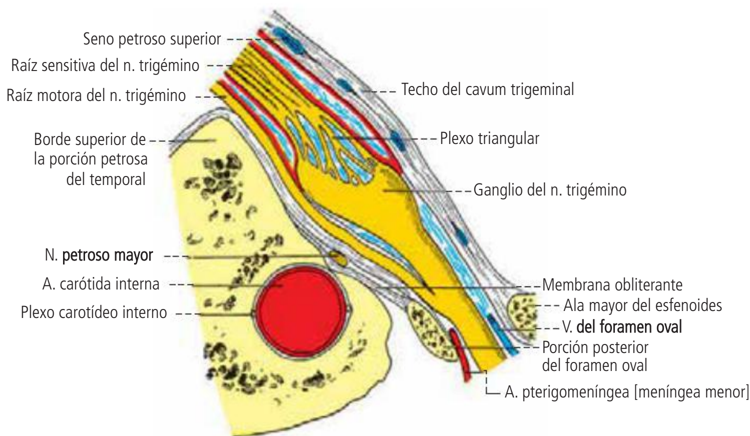


Fig. 36-7. Corte vertical oblicuo de la porción petrosa del temporal y del cavum trigeminal (según Paturet). La piamadre en rojo indica los recesos supraganglionar y subganglionar del espacio subaracnoideo.

divide en tres ramos terminales: los nervios **frontal**, **nasociliar** y **lagrimal**, que penetran en la órbita por la fisura orbitaria superior (**fig. 36-8**). Además de estos tres ramos también emite un ramo colateral: el **ramo recurrente o tentorial**, es un nervio recurrente para la tienda del cerebelo (tentorio) y la hoz del cerebro.

Relaciones. Al ubicarse en la pared lateral del **seno cavernoso**, el nervio oftálmico se encuentra debajo del nervio oculomotor y del nervio troclear, lateral al nervio abducens y a la arteria carótida interna. Más adelante es alcanzado por el nervio troclear y con este cruza oblicuamente los ramos terminales del nervio oculomotor. Lateral al seno cavernoso se relaciona con la fosa craneal media (**fig. 36-9**).

Distribución (**figs. 36-8** y **36-10**) (**cuadro 36-1**). Cerca de su origen, el nervio da un ramo colateral: el **ramo tentorial** para la tienda del cerebelo. Sus **ramos terminales** son:

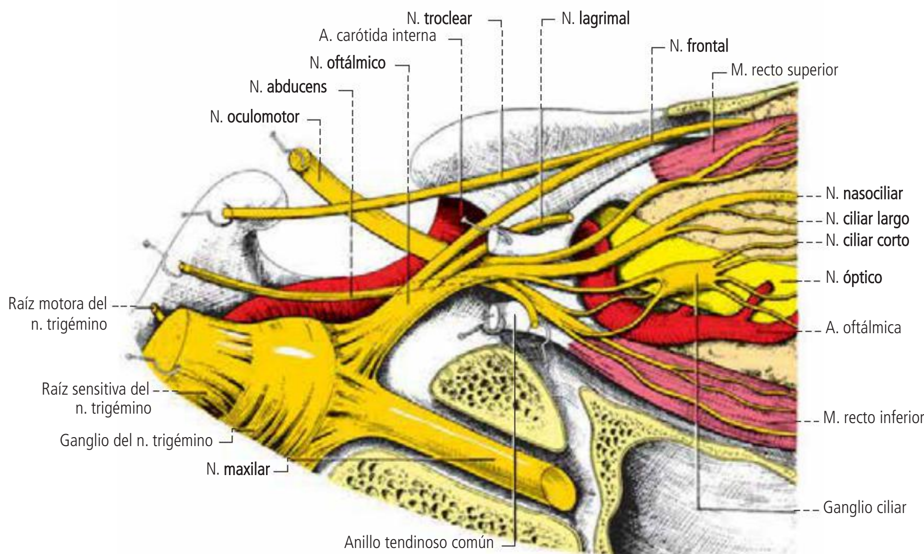


Fig. 36-8. Nervio oftálmico, vista lateral, lado derecho.

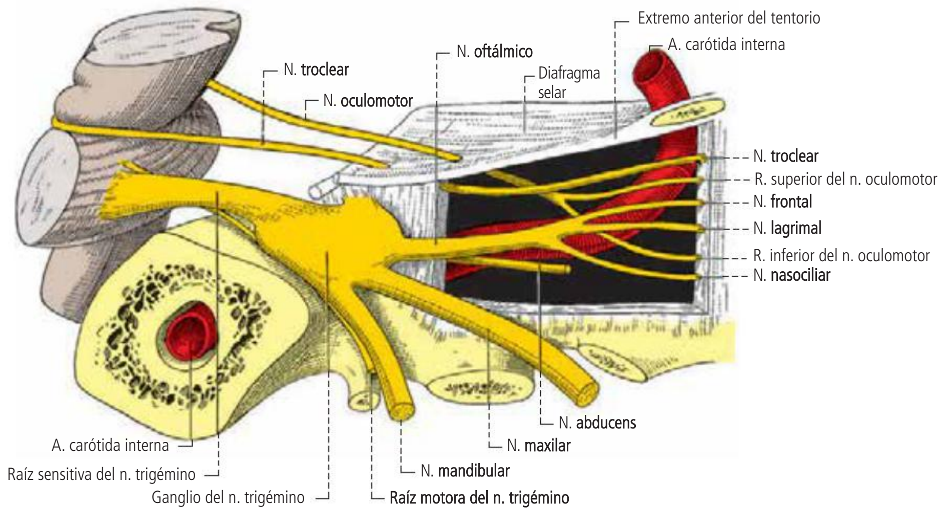


Fig. 36-9. **Relaciones esquemáticas de la arteria carótida interna con los nervios de la órbita, en el seno cavernoso (según** Perlemuter y Waligora).

– **Nervio frontal:** se origina en la pared lateral del seno cavernoso, donde está ubicado entre el nervio troclear y el ramo superior del nervio oculomotor (arriba) y el nervio lagrimal (abajo). Es el ramo del nervio oftálmico que se ubica más superior. Atraviesa la parte lateral de la fisura orbitaria superior **por fuera del anillo tendinoso común** [de Zinn] e ingresa en la órbita, siguiendo su pared superior en dirección anterior. Al llegar al borde orbitario se divide en el **nervio supraorbitario** y el **nervio supratroclear**.

El **nervio supraorbitario** es el ramo más grueso del nervio frontal. Atraviesa la **incisura (escotadura) supraorbitaria** donde emite un ramo lateral y un ramo medial, que pasan por la porción lateral y medial de la incisura supraorbitaria, respectivamente. Estos nervios dan la inervación sensitiva de la conjuntiva, el párpado superior, el seno frontal y la piel de la frente. El **nervio supratroclear** es un ramo pequeño y medial. Se dirige hacia el ángulo superior y medial de la cavidad orbitaria en donde se divide en ramos ascendentes y descendentes.

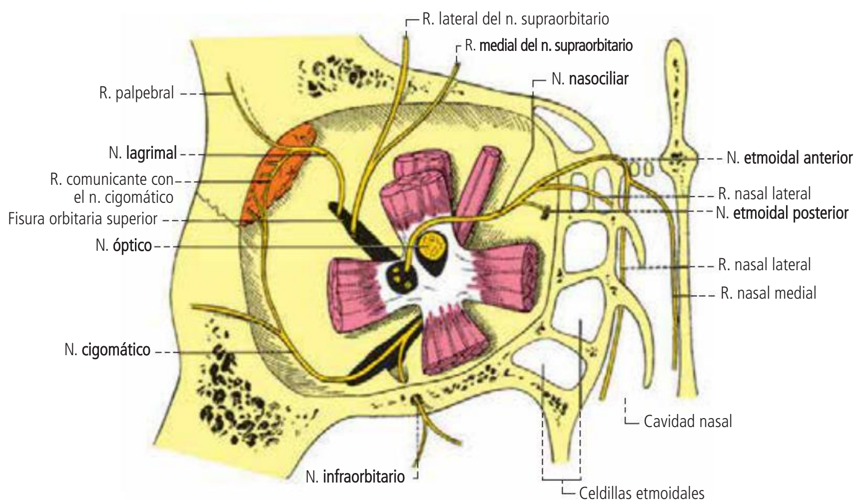


Fig. 36-10. **Terminación y expansión del nervio oftálmico (según Deódati).**

CUADRO 36-1. Nervio trigémino

Nervio trigémino (V) Raíz sensitiva Ganglio trigeminal Raíz motora	*Nervio olfálmico (V1)*	Ramo meníngeo recurrente
		Nervio lagrimal Ramo comunicante con el nervio cigomático
		Nervio frontal Nervio supraorbitario Ramo lateral Ramo medial Nervio supratroclear
		Nervio nasociliar Ramo comunicante con el ganglio ciliar Nervios ciliares largos Nervio etmoidal posterior Ramo meníngeo anterior Nervio etmoidal anterior Ramos nasales internos Ramos nasales laterales Ramos nasales mediales Ramo nasal externo Nervio intratroclear Ramos palpebrales
	Nervio maxilar (V2)	Ramo meníngeo
		Ramos ganglionares para el ganglio pterigopalatino
		Ramos orbitarios
		Ramos nasales posteriores superiores laterales
		Ramos nasales posteriores superiores mediales
		Nervio nasopalatino
		Nervio faríngeo
		Nervio palatino mayor Ramos nasales posteriores inferiores
		Nervios palatinos menores Ramos tonsilares
		Nervio cigomático Ramo cigomático temporal Ramo cigomático facial
		Nervios alveolares superiores Ramos alveolares superiores posteriores Ramo alveolar superior medio Ramos alveolares superiores anteriores Plexo dentario superior Ramos dentales superiores Ramos gingivales superiores
		Nervio infraorbitario Ramos palpebrales inferiores Ramos nasales externos Ramos nasales internos Ramos labiales superiores

(Continua)

CUADRO 36-1. Nervio trigémino *(Cont.)*

Nervio trigémino (V) Raíz sensitiva Ganglio trigeminal Raíz motora	*Nervio mandibular (V3)*	Ramo meníngeo
		Nervio pterigoideo medial
		Ramos ganglionares para el ganglio ótico
		Nervio del músculo tensor del velo del paladar
		Nervio del músculo tensor del tímpano
		Nervio masetérico
		Nervios temporales profundos
		Nervio pterigoideo lateral
		Nervio bucal
		Nervio auriculotemporal Nervio del conducto auditivo externo Ramos de la membrana del tímpano Ramos parotídeos Ramos comunicantes con el nervio facial Nervios auriculares anteriore Ramos temporales superficiales
		Nervio lingual Ramos del istmo de las fauces Ramos comunicantes con el nervio hipogloso Cuerda del tímpano Nervio sublingual Ramos linguales Ramos ganglionares para el ganglio sublingual
		Nervio alveolar inferior Nervio milohioideo Plexo dentario inferior Ramos dentarios inferiores Ramos gingivales inferiores
		Nervio mentoniano Ramos mentonianos Ramos labiales Ramos gingivales

– **Nervio nasociliar** [nasal]: es el ramo más medial del nervio oftálmico. Se origina a nivel de la pared lateral del seno cavernoso, es el nervio más inferior de todos los que se ubican en esta pared. Luego pasa por la fisura orbitaria superior, **a través del anillo tendinoso común**, e ingresa en la órbita. Inicialmente está ubicado por debajo del músculo recto superior y luego se ubica entre los músculos oblicuo superior y recto medial, para terminar finalmente en la pared medial de la órbita, donde se divide en sus ramos terminales: el **nervio etmoidal anterior** y el **nervio infratroclear**. En su trayecto emite dos ramos colaterales: el **ramo comunicante para el ganglio ciliar** y el **nervio etmoidal posterior**.

– El **ramo comunicante para el ganglio ciliar** está formado por fibras sensitivas que pasan a través del ganglio ciliar desde estructuras del ojo hacia el nervio nasociliar. Este ramo emite dos pequeños ramos, los **nervios ciliares largos**, que llevan fibras simpáticas para el músculo dilatador de la pupila y fibras aferentes provenientes del iris, del cuerpo ciliar y de la córnea. El **nervio etmoidal posterior** emerge del nervio nasociliar en la porción posterior de la pared medial de la órbita, y se dirige hacia el foramen etmoidal posterior. Atraviesa el conducto etmoidal posterior, ingresa en la fosa craneal anterior y vuelve a salir de ella atravesando los forámenes de la lámina cribosa del etmoides, para finalmente ingresar en la cavidad nasal. Otorga la inervación sensitiva de la mucosa del seno esfenoidal y de las celdillas etmoidales posteriores. Recibe un ramo meníngeo anterior, que provee la inervación sensitiva de la porción anterior de la duramadre de la fosa craneal anterior.

– El **nervio etmoidal anterior** pasa a través del foramen etmoidal anterior (ubicado en la pared medial de la órbita), al conducto etmoidal anterior, y de allí hacia la fosa craneal anterior, donde atraviesa la lámina cribosa del etmoides para entrar en la cavidad nasal. Aquí da ramos nasales internos y un nervio nasal externo. Los **ramos nasales internos** se distribuyen por el interior de la cavidad nasal. Se dividen en **ramos**

nasales laterales, que inervan la pared lateral de la cavidad nasal y **ramos nasales mediales**, que inervan el tabique nasal. Los ramos nasales internos, por lo tanto, dan la inervación sensitiva de la mucosa nasal que está ubicada por delante de los cornetes nasales y de la porción anterior del tabique nasal. El **nervio nasal externo** atraviesa el surco etmoidal del hueso nasal y se distribuye por la piel de la punta de la nariz y del ala nasal.

- El **nervio infratroclear** pasa por debajo de la tróclea del músculo oblicuo superior a nivel del ángulo superior y medial de la cavidad orbitaria. Inerva la mucosa del saco y de la carúncula lagrimal y la piel a su alrededor. Emite **ramos palpebrales** que inervan la porción medial de los párpados superior e inferior.
- **Nervio lagrimal** (véanse **figs. 36-8** y **36-9**): se origina a nivel de la pared lateral del seno cavernoso, se sitúa por debajo del nervio frontal, que lo separa del nervio troclear, y por encima del nervio nasociliar y del ramo superior del nervio oculomotor. Penetra en la órbita por la parte lateral de la fisura orbitaria superior, **lateral al anillo tendinoso común**. Sigue la pared lateral de la órbita y alcanza la conjuntiva y la porción lateral del párpado superior. En su trayecto emite el ramo comunicante con el nervio cigomático, que transporta fibras autonómicas procedentes del ganglio pterigopalatino para la glándula lagrimal.

Ganglio ciliar [oftálmico] (**figs. 36-8** y **36-11**). Está situado en la cavidad orbitaria, lateral al nervio óptico. De tamaño y forma variables, sus **ramos aferentes** son: la raíz sensitiva, nasociliar o ramo comunicante del nervio nasociliar con el ganglio ciliar, que es un ramo proveniente del nervio nasociliar; la raíz parasimpática (ramo del nervio oculomotor), y la raíz simpática, motora, iridodilatadora, proveniente del plexo carotídeo interno. Sus **ramos eferentes** van directamente al globo ocular. Son los nervios ciliares cortos, que perforan la capa escleral del globo ocular alrededor del nervio óptico y llevan las fibras parasimpáticas posganglionares del ganglio ciliar y las fibras simpáticas posganglionares de la raíz simpática hacia el ojo, y desde él conducen fibras sensitivas hacia la raíz nasociliar.

El ganglio ciliar forma parte de la porción craneal periférica del sistema nervioso autónomo parasimpático.

Anatomía funcional. El nervio oftálmico es **exclusivamente sensitivo**, su territorio comprende no solo los párpados y la frente sino también el globo ocular, la córnea y las cavidades nasales. Si bien su ramo lagrimal transporta fibras hacia la glándula lagrimal, no es un nervio secretor; la secreción lagrimal está regulada por el ramo proveniente del ganglio pterigopalatino y a través del ramo comunicante con el nervio maxilar.

Nervio maxilar (V2)

Es un nervio **sensitivo** que emerge de la convexidad del ganglio del nervio trigémino con un trayecto profundo y oculto. A él se halla anexado el **ganglio pterigopalatino**.

Trayecto y relaciones (**figs. 36-12** y **36-13**). Atraviesa de atrás hacia adelante la fosa craneal media, sale del cráneo por el foramen redondo, penetrando en la fosa pterigopalatina, atraviesa la parte más profunda de esta fosa, se dirige hacia adelante y algo lateralmente, atraviesa la fisura orbitaria inferior, llega a la órbita, recorre el surco infraorbitario, luego se introduce en el conducto (canal) infraorbitario y emerge por el foramen infraorbitario en la cara, donde termina.

En la **porción intracraneal:** está cubierto por la duramadre y debajo del lóbulo temporal del cerebro. Adopta relaciones importantes con el seno cavernoso, situado en la unión de las paredes inferior y lateral de este seno. Aquí el nervio está rodeado por la prolongación media del cavum trigeminal.

En el **foramen redondo:** el nervio atraviesa este conducto acompañado por vénulas del seno cavernoso y llega así a la fosa pterigopalatina (las vénulas se anastomosan con los plexos venosos pterigoideos).

En la **fosa pterigopalatina**, comprendida entre la tuberosidad del maxilar y el proceso [apófisis] pterigoides, por debajo del ala mayor del esfenoides, el nervio se sitúa en la parte superior, por encima de la arteria maxilar.

En la **órbita** se encuentra fijado por el periostio, al surco infraorbitario. El surco se continúa con el conducto (canal) infraorbitario que se halla por encima del seno maxilar. El nervio maxilar está acompañado aquí por la arteria infraorbitaria, proveniente de la arteria maxilar.

En la **fosa canina** emerge por el foramen infraorbitario, orificio anterior del conducto (canal) infraorbitario, situado en la parte superior de la fosa canina, donde emite sus ramos terminales que son subcutáneos.

Distribución. El nervio maxilar posee ramos colaterales que emergen directamente de él y otros que lo hacen del ganglio pterigopalatino:

- El **ramo meníngeo:** es un ramo colateral que se origina antes que el nervio maxilar se introduzca en el foramen redondo y se dirige hacia la duramadre de la parte anterior de la fosa craneal media.
- Los **ramos ganglionares para el ganglio pterigopalatino:** son dos ramos dirigidos al ganglio pterigopalatino que llevan fibras parasimpáticas. Inervan las glándulas lagrimales y las pequeñas glándulas de la cavidad nasal y del paladar. Llevan fibras sensitivas provenientes del periostio de la órbita.
- Los **ramos orbitarios:** son dos o tres pequeños ramos que pasan por la fisura orbitaria inferior e ingresan en la órbita. Atraviesan la pared medial de la cavidad orbitaria y terminan en las celdillas etmoidales posteriores y en el seno esfenoidal, al que le dan inervación sensitiva.
- Los **ramos nasales posteriores superiores laterales:** son hasta diez pequeños ramos que pasan a través del foramen esfenopalatino hacia las celdillas etmoidales posteriores y los cornetes (conchas) nasales superior y medio.
- Los **ramos nasales posteriores superiores mediales:** son dos o tres ramos que atraviesan el foramen esfenopalatino para llegar a la porción superior del tabique nasal, al que le dan inervación sensitiva.
- El **nervio nasopalatino [incisivo]:** pasa entre el periostio y la mucosa del tabique nasal y atraviesa el conducto (canal) incisivo hasta llegar a la porción anterior de la mucosa palatina y la encía de los dientes incisivos superiores.
- El **nervio cigomático** (**figs. 36-12** y **36-14**): es un ramo colateral del nervio maxilar que se origina a nivel de la fosa pterigopalatina, pasa a través de la fisura orbitaria inferior para llegar a la pared lateral de la cavidad orbitaria, donde se une al nervio lagrimal a través del ramo comunicante de este último. El nervio cigomático termina en dos ramos: el cigomaticotemporal, que pasa por el foramen cigomaticotemporal e inerva la piel de la región temporal, y el cigomaticofacial, que pasa por el foramen cigomaticofacial e inerva la piel de la región cigomática.

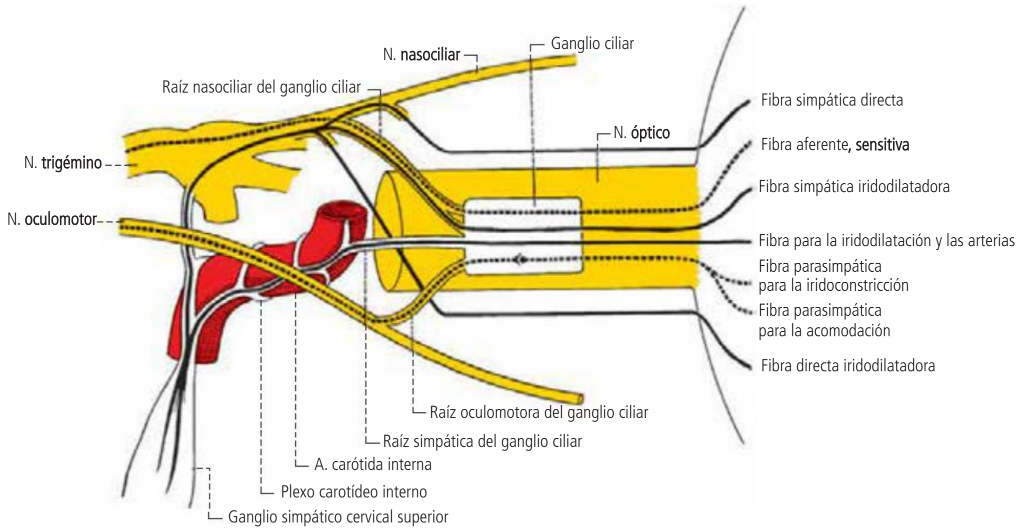


Fig. 36-11. Ganglio ciliar y nervios ciliares (según Deódati).

- El **nervio faríngeo:** es un pequeño ramo que inerva la mucosa de la región superior de la faringe.
- El **nervio palatino mayor**: recorre el conducto (canal) palatino mayor y llega a la cavidad oral por el foramen palatino mayor para inervar la mucosa del paladar duro y las glándulas palatinas. Emite a los **nervios nasales posteriores inferiores** que dan la inervación sensitiva de la mucosa que reviste los meatos medio e inferior de la cavidad nasal y del cornete (concha) nasal inferior.
- Los **nervios palatinos menores:** atraviesan los conductos (canales) palatinos menores y llegan a la cavidad oral por los orificios palatinos menores para inervar el paladar blando. Emiten ramos tonsilares para las tonsilas palatinas.
- Los **nervios alveolares superiores** (**fig. 36-13**): son ramos que perforan el hueso maxilar y se distribuyen por las raíces de los dientes del arco dentario superior en forma de plexo. Los **ramos alveolares superiores posteriores** son dos o tres ramos que atraviesan los forámenes alveolares de la tu-

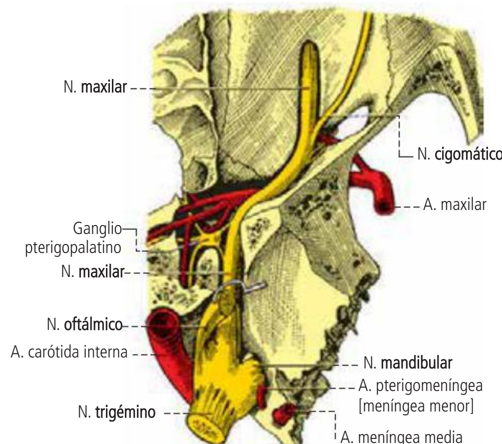


Fig. 36-12. Nervio maxilar hasta el conducto infraorbitario, vista superior. El esfenoides ha sido cortado horizontalmente por debajo de la fisura orbitaria superior.

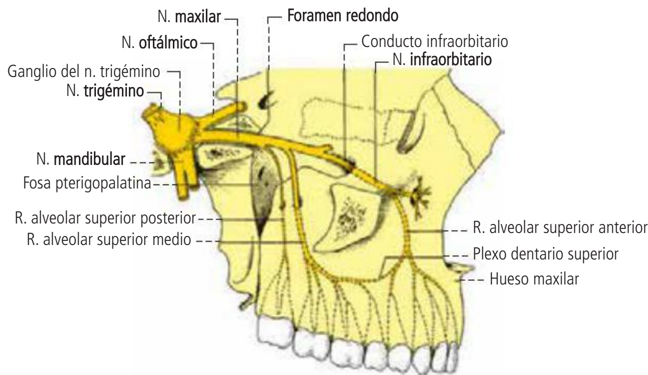


Fig. 36-13. Nervios alveolares superiores.

berosidad del maxilar. Inervan la mucosa del seno maxilar, los molares y la encía adyacente. El **ramo alveolar superior medio** llega al seno maxilar a través del surco infraorbitario, luego se ubica en su pared lateral y de allí se extiende hacia el plexo dentario superior e inerva a los dientes premolares. Los **ramos alveolares superiores anteriores** transcurren por un conducto separado hacia el plexo dentario superior, desprendiéndose a nivel del nervio infraorbitario. Inervan los dientes caninos, incisivos, premolares y primer molar superiores. Entre los tres nervios alveolares superiores se forma el **plexo dentario superior**, que está ubicado en el maxilar sobre las raíces dentarias. Desde el plexo dentario superior salen los ramos dentarios superiores, que inervan cada una de las raíces dentarias por separado, y los ramos gingivales superiores, para la encía.

El **ramo terminal** del nervio maxilar es el **nervio infraorbitario**, que atraviesa la fisura orbitaria inferior y el conducto (canal) infraorbitario del cual emerge por el foramen infraorbitario a nivel de la región infraorbitaria. Se comunica con un ramo del nervio facial e inerva el párpado inferior, el ala de la nariz, la mucosa del vestíbulo nasal, la piel de las mejillas y la piel y mucosa del labio superior (ramos **palpebrales inferiores**, **nasales externos e internos** y **labiales superiores)** (**fig. 36-14**).

Ganglio pterigopalatino [esfenopalatino o de Meckel]. El ganglio pterigopalatino pertenece al parasimpático craneal (**figs. 36-15** y **36-16**). Está anexado al nervio maxilar, en la fosa pterigopalatina. Contiene los cuerpos de neuronas parasimpáticas posganglionares para la glándula lagrimal y las glándulas de la mucosa nasal y palatina. Su función es regular sus secreciones y la vasomotricidad de la mucosa de las cavidades nasales.

Sus **ramos aferentes** provienen de:

- Ramos colaterales del nervio maxilar: las raíces sensitivas o ganglionares del nervio maxilar, son fibras que atraviesan el ganglio pero no hacen sinapsis en él ni tienen ninguna función autonómica.
- Un ramo posterior, el **nervio del canal (conducto) pterigoideo** (**fig. 36-16**), que resulta de la unión de dos nervios petrosos: el **petroso mayor**, ramo del nervio facial, con el **petroso profundo** formado por fibras simpáticas provenientes del plexo carotídeo interno. El nervio petroso mayor constituye la raíz parasimpática del ganglio pterigopalatino, conduce las fibras preganglionares provenientes del núcleo salival superior del nervio facial, que en el ganglio hacen sinapsis con las neuronas posganglionares. El nervio petroso profundo conforma la raíz simpática del ganglio pterigopalatino, y conduce las fibras posganglionares de las neuronas ubicadas en el ganglio cervical superior del tronco simpático.

Como **ramos eferentes** se limita a enviar filetes nerviosos a los ramos del nervio maxilar.

La **raíz sensitiva del ganglio pterigopalatino** (**fig. 36-15**) se desprende del nervio maxilar, en el fondo de la fosa pterigopalatina. Se aplica a la cara lateral del **ganglio pterigopalatino**. Por debajo de este ganglio origina sus ramos terminales: los **ramos nasales posteriores superiores** hacia los cornetes (conchas) superior y medio; el **nervio nasopalatino**, que inerva el tabique de las cavidades nasales, recorre el conducto (canal) palatino anterior y termina en la bóveda palatina; los tres **nervios palatinos**, uno **mayor** y dos **menores**, inervan la bóveda palatina y el paladar atravesando el piso de las cavidades nasales por los conductos (canales) palatinos mayor y menores; proporciona la inervación vasomotora de las cavidades nasales.

Anatomía funcional. El nervio maxilar es **exclusivamente sensitivo**. Se ha visto que sus fibras **secretorias** (para la glándula lagrimal) provienen del nervio facial a través del ganglio pterigopalatino. Su territorio se extiende a las cavidades nasales, los dientes del maxilar, el seno maxilar, la piel de las mejillas, de la nariz y de la región temporocigomática. Por las fibras provenientes del ganglio pterigopalatino, los ramos destinados a las cavidades nasales disponen de un importante contingente **vasomotor** cuya acción se reconoce en todas las manifestaciones provocadas por la excitación de la mucosa nasal (resfriado nasal, estornudos, congestión de la mucosa nasal).

Nervio mandibular (V3)

Es un **nervio mixto** que resulta de la unión de uno de los ramos sensitivos del trigémino con su raíz motora. Es el ramo

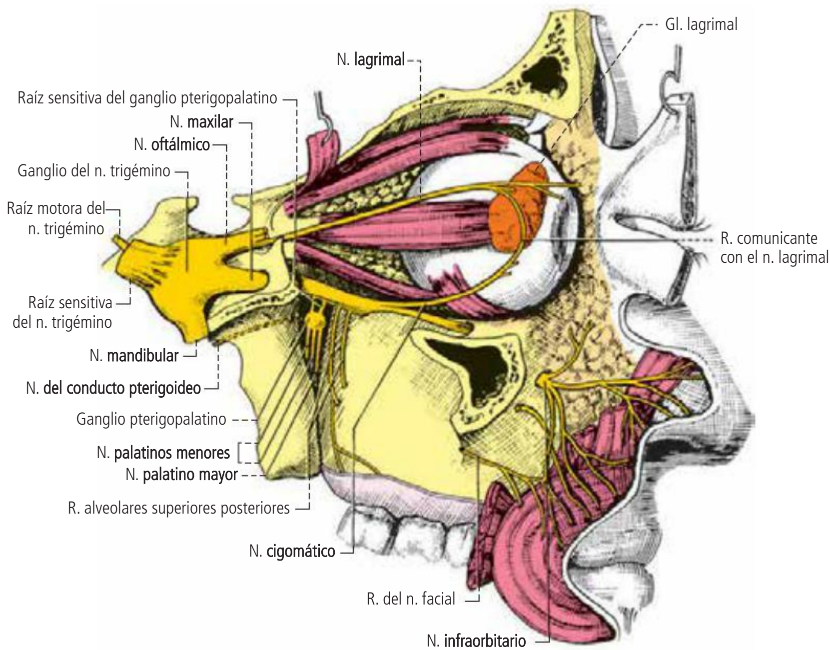


Fig. 36-14. Nervio maxilar, vista lateral.

terminal más voluminoso del nervio trigémino. El nervio mandibular inerva sensitivamente el tercio inferior de la cara, partes de la cavidad oral, el arco dentario inferior, la lengua y, en forma motora, los músculos de la masticación. En su cara medial se encuentra el **ganglio ótico**.

Trayecto y relaciones. Se describen a nivel de:

– La **porción intracraneal**: la **raíz sensitiva** se origina en el ganglio trigeminal, es corta y ancha, y su dirección es oblicua hacia abajo, adelante y lateralmente; queda rodeada por una

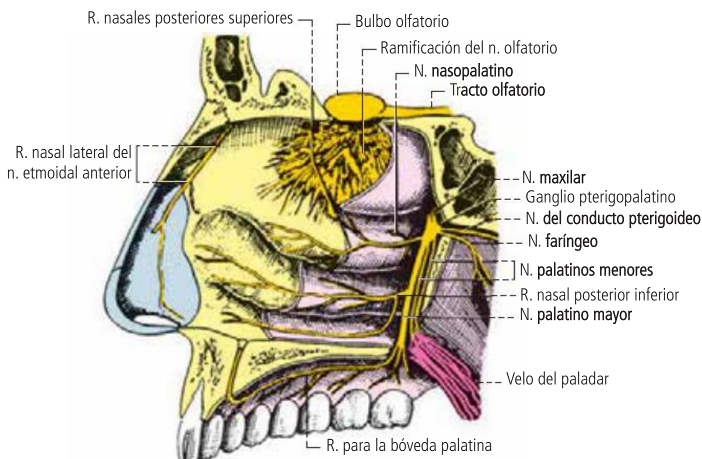


Fig. 36-15. Pared lateral de la cavidad nasal derecha, con los nervios que se encuentran en ella.

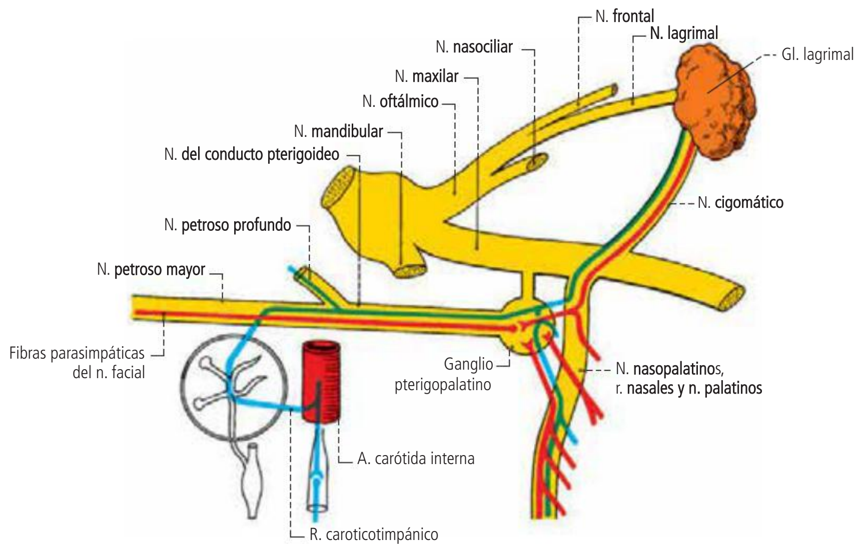


Fig. 36-16. Ganglio pterigopalatino. En azul, fibras simpáticas. En rojo, fibras parasimpáticas (según Gabrielle).

prolongación del cavum trigeminal; la **raíz motora** es más larga, también rodeada en su extremo proximal por una prolongación del cavum, tiene una vaina de piamadre, pasa por debajo del cuerno lateral del ganglio trigeminal y se suma a la raíz sensitiva. La porción intracraneal se encuentra por debajo del lóbulo temporal, por encima de la porción petrosa del hueso temporal, lateral al nervio maxilar y medial al foramen espinoso junto con la arteria meníngea media.

- El **foramen oval:** el nervio mandibular ya constituido atraviesa el foramen oval junto a la arteria pterigomeníngea [meníngea menor] y la vena del foramen oval.
- La **región de la fosa infratemporal:** penetra en la fosa a su salida del foramen oval. Termina luego de un corto trayecto situado entre la cara lateral de la fascia interpterigoidea y la cara medial del músculo pterigoideo lateral. Medialmente la fascia interpterigoidea separa al tronco del nervio de la parte alta del espacio perifaríngeo. Lateralmente se encuentra la fascia pterigotemporomandibular.

Distribución. Los ramos del nervio mandibular se pueden dividir en colaterales y terminales. Todos son exocraneales.

Los ramos colaterales son:

- **Ramo meníngeo:** ingresa en el cráneo por el foramen espinoso junto con la arteria y la vena meníngeas medias. Inerva la duramadre, parte de la mucosa del seno esfenoidal y las celdillas mastoideas.

Los otros ramos colaterales se localizan así: laterales (nervios temporales), medial (nervio pterigoideo medial) y posterior (nervio auriculotemporal).

- **Nervios temporales profundos** (figs. 36-18 y 36-19): son el temporomasetérico, el temporal profundo medio y el temporobucal. Los dos primeros se dirigen lateralmente por encima del borde superior del músculo pterigoideo lateral, llegan a la cresta esfenotemporal y entran en la fosa temporal. El temporobucal pasa entre las dos cabezas del músculo pterigoideo lateral.
- **Nervio para el pterigoideo medial:** es un ramo motor que inerva el músculo pterigoideo medial y que también da unos pequeños ramos para los músculos tensor del velo del paladar y tensor del tímpano.
- **Ramos para el ganglio ótico (raíz sensitiva del ganglio ótico): Son fibras sensitivas** que se separan del nervio mandibular al mismo nivel de la salida del nervio del músculo pterigoideo medial y que se comunican con el ramo meníngeo.
- **Nervio del músculo tensor del velo del paladar:** brinda la inervación para el músculo tensor del velo del paladar al que llega por su cara lateral. En algunas ocasiones se origina del nervio pterigoideo medial.
- **Nervio del músculo tensor del tímpano:** este nervio inerva al músculo tensor del tímpano del paladar, y ocasionalmente también al músculo pterigoideo medial.
- **Nervio masetérico:** este nervio aporta la inervación motora para el músculo masetero. Llega a su cara profunda después de cruzar la cara superficial de la cabeza inferior del músculo pterigoideo lateral y pasar sobre la incisura (escotadura) mandibular.
- **Nervios temporales profundos:** estos nervios dan la inervación motora del músculo temporal. Se distribuyen a nivel de la cara profunda de la porción del músculo temporal acompañados respectivamente, por los vasos temporales profundos anteriores y posteriores.
- **Nervio para el pterigoideo lateral:** es el ramo motor para el músculo pterigoideo lateral, que muchas veces nace de un tronco común con el nervio bucal.
- **Nervio bucal:** es un nervio sensitivo. Pasa entre la cara profunda del tendón del músculo temporal y la cabeza inferior

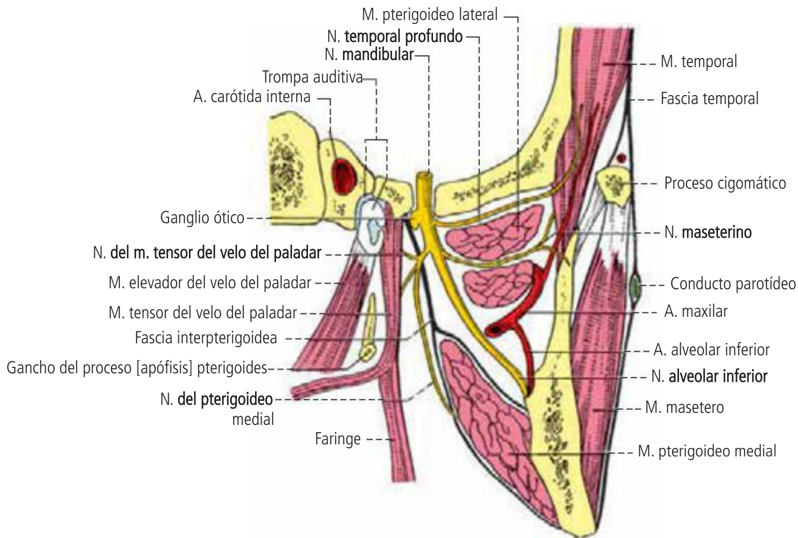


Fig. 36-17. Corte coronal, esquemático, de la región infratemporal (según Rouvière).

del músculo pterigoideo lateral, para luego apoyarse sobre la cara lateral del músculo buccinador. Aquí está ubicado profundo al cuerpo adiposo de la mejilla y es el sitio en el cual se divide en filetes cutáneos superficiales para la piel y filetes mucosos profundos, que perforan el músculo buccinador e inervan la mucosa de la mejilla y la encía que está próxima al primer molar inferior.

– **Nervio auriculotemporal** (**figs. 36-22** y **36-23**): este ramo habitualmente rodea a la arteria meníngea media. Después de su nacimiento adopta un trayecto posterior, llega a la

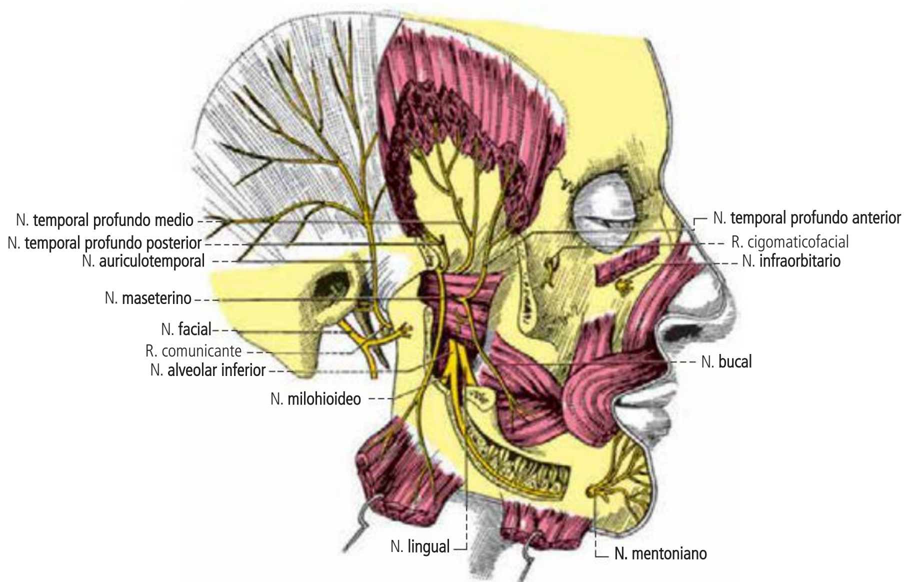


Fig. 36-18. Nervio mandibular y sus ramos, vista lateral.

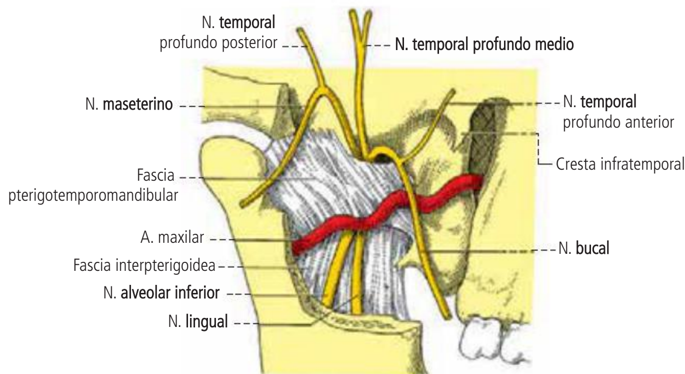


Fig. 36-19. Nervios temporales (según Hovelacque).

cara medial del cuello de la mandíbula, ingresa en la celda parotídea por el foramen [retrocondíleo de Juvara], que está ubicado en dirección lateral al ligamento esfenomaxilar y por encima de los vasos maxilares. Rodea el cuello de la mandíbula y luego asciende verticalmente entre la arteria temporal superficial (adelante) y la oreja (atrás), para terminar en la piel de la región temporal. En su trayecto emite los siguientes ramos colaterales: el **nervio del meato (conducto) auditivo externo**, que inerva sensitivamente la piel que lo reviste; **ramos para la membrana timpánica**; **ramos parotídeos**; **ramos comunicantes para el nervio facial**, que conducen fibras parasimpáticas procedentes del ganglio ótico para la glándula parótida; **nervios auriculares anteriores**, que inervan la piel de la porción anterior de la oreja, y **ramos temporales superficiales**, para la piel de la región temporal que está por delante y por encima de la oreja.

– **Nervio lingual** (**figs. 36-22** y **36-23**): es uno de los dos ramos terminales del nervio mandibular. Es sensitivo y también recibe, cerca de su origen, fibras secretoras provenientes de la cuerda del tímpano, que se dirigen hacia las glándulas submandibular y sublingual. Desde su origen adopta un trayecto anterior y descendente. Pasa entre los músculos pterigoideo medial y lateral, desciende por delante del nervio alveolar inferior, entre la cara medial de la mandíbula y el músculo pterigoideo medial. Luego se relaciona con la superficie superior y medial de la glándula submandibular y finalmente llega al piso de la boca atravesando un espacio triangular, limitado por arriba, por la inserción mandibular del constrictor superior de la faringe, por atrás por el pterigoideo medial y lateralmente por la mandíbula (A. Ruiz Liard). Aquí está ubicado inmediatamente por debajo de la mucosa oral y próximo al tercer molar inferior, pasando entre los músculos milohioideo, lateralmente, e hiogloso y estilogloso, ubicados medialmente. Se dirige hacia abajo y adelante, rodeando el conducto submandibular. Primero lo cruza lateralmente, luego pasa por debajo y finalmente se ubica medial a él, al nervio hipogloso

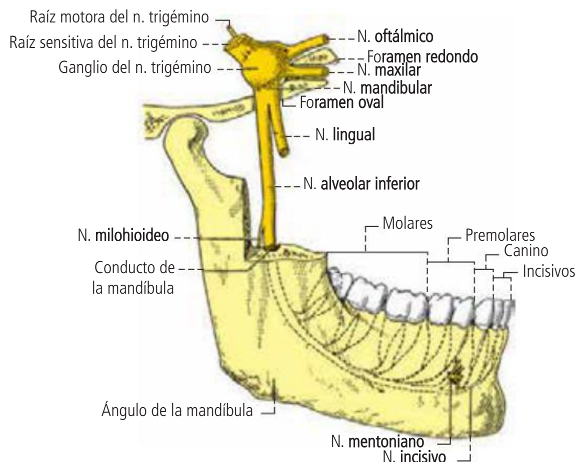


Fig. 36-20. Nervio alveolar inferior, vista lateral.

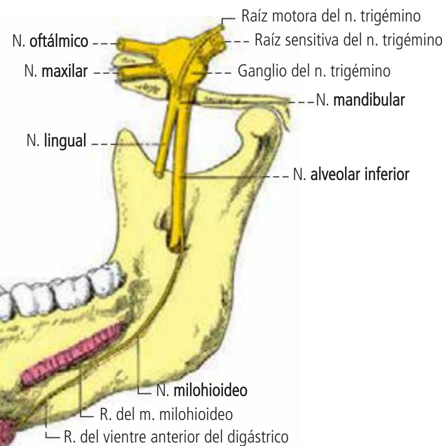


Fig. 36-21. Nervio alveolar inferior, vista medial.

y a la glándula sublingual. En su trayecto emite: los **ramos del istmo de las fauces**, que inervan a los pilares del velo del paladar y las tonsilas palatinas; los **ramos comunicantes con el nervio hipogloso**; el **nervio sublingual**, que pasa en dirección lateral a la glándula sublingual para llegar a la mucosa del piso de la boca y la encía de los dientes mandibulares anteriores; los **ramos linguales**, que se originan del nervio lingual y están destinados a inervar sensitiva y gustativamente los dos tercios anteriores de la mucosa lingual. Finalmente da **ramos ganglionares para el ganglio submandibular** (**fig. 36-24**), que constituyen la raíz sensitiva del ganglio, y **ramos ganglionares para el ganglio sublingual**, cuando este existe, ya que es inconstante. Además de los ramos descritos, el nervio lingual recibe a las fibras de la **cuerda del tímpano**, un conjunto de fibras parasimpáticas destinadas al ganglio submandibular y fibras sensitivas provenientes de las papilas gustativas de los dos tercios anteriores de la lengua. Es un nervio recurrente que atraviesa la cavidad timpánica, se ubica entre el martillo y el yunque, y luego atraviesa la fisura petrotimpánica para unirse al nervio lingual.

- **Nervio alveolar inferior** (**figs. 36-18**, **36-20** a **36-22**): es el ramo terminal más grueso del nervio mandibular. Es un nervio mixto, que contiene fibras sensitivas y motoras. Adopta un trayecto anterior y descendente. Se ubica entre los músculos pterigoideos lateral y medial, ingresa en el conducto (canal) mandibular aproximadamente 1 cm por detrás del nervio lingual. Recorre el conducto (canal) mandibular y emerge por el foramen mentoniano, donde emite el nervio mentoniano,

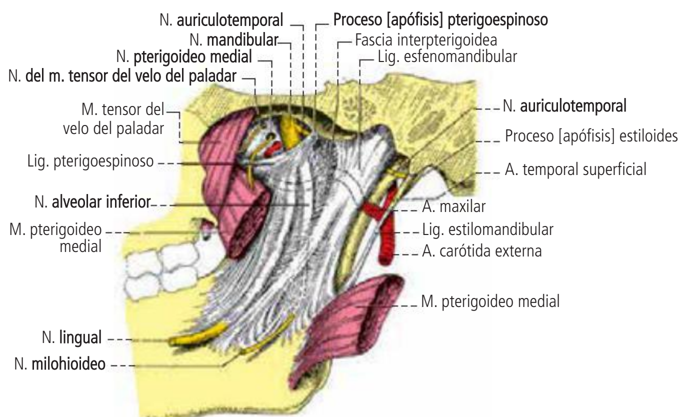


Fig. 36-22. Fascia interpterigoidea y nervio mandibular del lado derecho, cara medial (según Hovelacque y Virenque).

que puede considerarse como su ramo terminal. En su trayecto emite ramos colaterales (fig. 36-23). El **nervio milohioideo** recorre el surco milohioideo y luego se ubica por debajo del músculo milohioideo. Inerva en forma motora los músculos milohioideo y el vientre anterior del digástrico. El nervio alveolar inferior forma el **plexo dentario inferior**, dentro del conducto (canal) mandibular del cual emergen **ramos dentarios** y **gingivales inferiores**, que inervan los dientes de la mandíbula y sus encías (con excepción de la encía del 1.er molar). El **nervio mentoniano** es un ramo terminal del nervio alveolar inferior. Es un ramo sensitivo que se origina a nivel del foramen mentoniano, por debajo del segundo premolar. El nervio mentoniano a su vez da ramos colaterales: **ramos mentonianos**, para la piel del mentón; **ramos labiales**, para el labio inferior, y **ramos gingivales**, para la encía de los dientes incisivos. A nivel del nervio mentoniano emerge un **ramo incisivo**, a veces considerado segundo ramo terminal del nervio alveolar inferior, que se distribuye por los premolares, los dientes caninos e incisivos, como ramos aislados o formando un plexo.

Ganglio ótico (fig. 36-23). Es una pequeña masa nerviosa situada por debajo del foramen oval y medial al nervio mandibular. Contiene los cuerpos de las neuronas parasimpáticas de las cuales emergen las fibras posganglionares para la glándula parótida. Sus **ramos aferentes** son: una **raíz sensitiva**, conformada por fibras proveniente del nervio lingual que se dirigen hacia el nervio mandibular; una **raíz parasimpática**, correspondiente al nervio petroso menor (ramo del nervio glosofaríngeo), conformado por las fibras preganglionares, cuyo cuerpo neuronal se ubica en el núcleo salival inferior, para la inervación de la glándula parótida, y una **raíz simpática**, que contiene fibras posganglionares que, luego de atravesar el ganglio sin establecer ninguna sinapsis en él, rodean la arteria meníngea media. Sus **ramos eferentes** van a la **glándula parótida** por el nervio auriculotemporal.

Anatomía funcional. El trigémino es un nervio motor, sensitivo y secretor.

A. **Acción motora:** es el nervio de la masticación por los ramos que emite a los músculos elevadores de la mandíbula (temporal, masetero, pterigoideos) y a los músculos depresores de la mandíbula (milohioideo y vientre anterior del digástrico). Asimismo inerva el músculo tensor del tímpano. Estos músculos provienen del 1.er arco faríngeo.
B. **Acción sensitiva:** el nervio trigémino inerva la piel de la cara y del cráneo; las mucosas de los senos paranasales y de las cavidades nasales; del paladar (en sus dos caras) y de la mejilla. Proporciona también la sensibilidad del globo ocular y en particular de la córnea. Su territorio, muy vasto, es rigurosamente unilateral (fig. 36-25).
C. **Acción secretoria:** asegura la secreción de las glándulas de las mucosas de las cavidades nasales, de los senos paranasa-

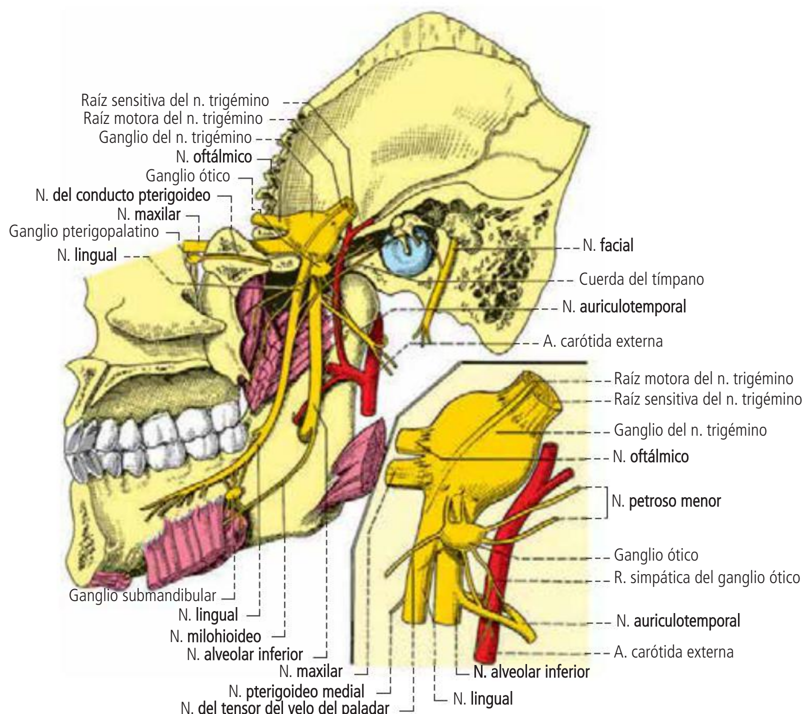


Fig. 36-23. Nervio mandibular y sus ramos. En el recuadro: ganglio ótico y sus conexiones.

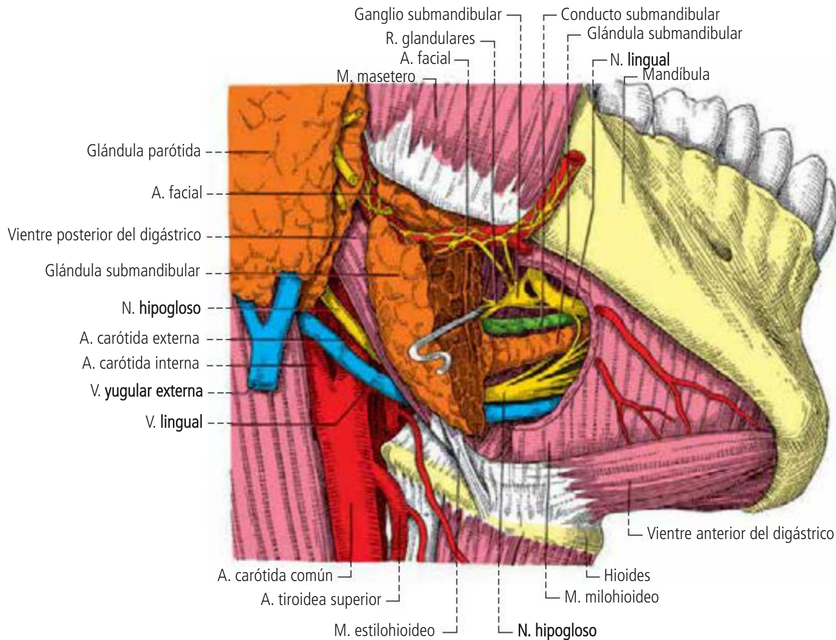


Fig. 36-24. Nervio lingual y ganglio submandibular, vista inferolateral (el músculo milohioideo ha sido parcialmente resecado).

les y del paladar. Su participación en las secreciones lagrimal y salival se debe a las fibras suministradas por el nervio del conducto pterigoideo y la cuerda del tímpano.

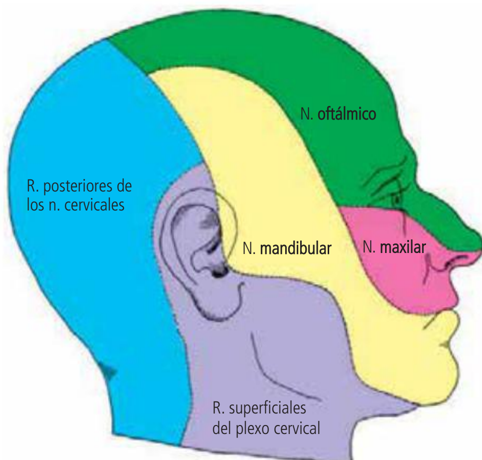


Fig. 36-25. Territorios sensitivos de la cabeza. Nervio trigémino.

El nervio trigémino conduce las sensaciones dolorosas que caracterizan a la **neuralgia del trigémino**. El tratamiento quirúrgico consiste en seccionar la raíz sensitiva del nervio, por detrás del ganglio del nervio trigémino. La ablación del propio ganglio provoca úlceras de la córnea. Se llega al nervio atravesando la fosa temporal (neurotomía retrotrigeminal). Un tratamiento más agresivo consiste en interrumpir las vías trigeminales en el sistema nervioso central (tractotomía trigeminal).

Nervio abducens (VI)

Se desarrolla en los órganos de los sentidos en las estructuras accesorias del ojo (**cap. 45**).

Nervio facial (VII)

Es un nervio mixto que inerva los derivados del segundo arco faríngeo. Está constituido por dos raíces:

A. Una **raíz medial** o **nervio facial propiamente dicho**, es el nervio **motor** de los músculos cutáneos de la cara. Inerva a los músculos de la **mímica** y controla las dimensiones de las hendiduras palpebral y oral mediante los músculos orbiculares. Esta raíz es el nervio motor del segundo arco faríngeo.

B. Una **raíz lateral** o **nervio intermedio** [de Wrisberg]. Las fibras de esta raíz son sensitivas y sensoriales y participan, en particular, en las vías gustativas. Esta raíz contiene también fibras parasimpáticas para las glándulas submandibular y sublingual, que le dan una función secretora, y fibras aferentes

somáticas generales que terminarán en el núcleo principal del trigémino.

Orígenes reales

Son tres, motor, sensitivo-sensorial y parasimpático (**fig. 36-26**).

Núcleo del nervio facial. Pertenece a la columna nuclear correspondiente a las eferencias motoras (somáticas) especiales. Está situado en la parte caudal y dorsal del puente (véanse **figs. 36-1** y **36-2**), posterior al núcleo dorsal del cuerpo trapezoide, ventral al núcleo del nervio abducens y ventral y medial al tracto trigeminoespinal y al núcleo trigeminal. Las neuronas que lo forman se encuentran organizadas de acuerdo con las estructuras que inervan: el sector rostral del núcleo inerva la musculatura del sector superior de la cara superior y el sector caudal del núcleo inerva la mitad inferior. Las fibras que parten de este núcleo se dirigen hacia posterior y medial por el tegmento pontino (ramo radicular medial), contornean el núcleo del nervio abducens, se curvan en forma de rodilla protruyendo en el piso del cuarto ventrículo (colículo facial), para dirigirse de inmediato hacia adelante y lateral en dirección al punto de emergencia del nervio (ramo radicular lateral).

Este núcleo recibe a las fibras corticonucleares y a las provenientes de los núcleos oculomotores a través del fascículo longitudinal medial.

Núcleo sensitivo-sensorial. Corresponde al extremo superior del **tracto solitario** (véanse **figs. 36-1** y **36-3**). Contiene la segunda neurona de la vía gustativa. Se encuentra posterior y lateral al núcleo motor del nervio facial. Recibe fibras provenientes del **ganglio geniculado**, formado por los cuerpos de neuronas seudomonopolares que constituyen la primera neurona de la vía gustativa, situado en el conducto (canal) facial en la parte petrosa del hueso temporal, y al que se le asigna el valor de un ganglio espinal. Este conjunto de fibras no motoras del nervio facial recibe el nombre de **nervio intermedio**. Además de las fibras gustativas también contiene fibras autonómicas.

Núcleos parasimpáticos. Contienen los cuerpos de las neuronas preganglionares parasimpáticas cuyas prolongaciones periféricas se dirigen a ganglios parasimpáticos de la cabeza a través del nervio facial (**fig. 36-26**):

A. Núcleo salival superior: ubicado cerca del polo inferior del núcleo del nervio facial y más medialmente, contiene los cuerpos de las neuronas preganglionares parasimpáticas cuyas prolongaciones periféricas se dirigen a los ganglios pterigopalatino y submandibular uniéndose al nervio lingual (ramo del nervio mandibular) a través del **nervio cuerda del tímpano** (para las glándulas salivales submandibular y sublingual).

B. Núcleo lagrimal: situado medialmente al núcleo del nervio facial, es una subdivisión del núcleo salival superior, envía fibras al **ganglio pterigopalatino** (para la glándula lagrimal).

Las fibras de ambos núcleos parasimpáticos motores adoptan el trayecto del nervio intermedio.

Origen aparente

Los nervios facial e intermedio, adosados, emergen del surco medulopontino, entre la oliva y el pedúnculo cerebeloso inferior. Este origen se halla lateral al nervio abducens y por delante del nervio vestibulococlear (**fig. 36-27**).

Trayecto intrapetroso

Los nervios facial e intermedio, en la fosa posterior del cráneo, se dirigen oblicuos hacia arriba y lateralmente, situados en la **cisterna pontocerebelosa**, y penetran en el **conducto (meato) auditivo interno** (**figs. 36-28** y **36-29**). Llegados al fondo de este, se introducen en el área del nervio facial, en el **conducto facial** y lo recorren en toda su extensión. Descri-

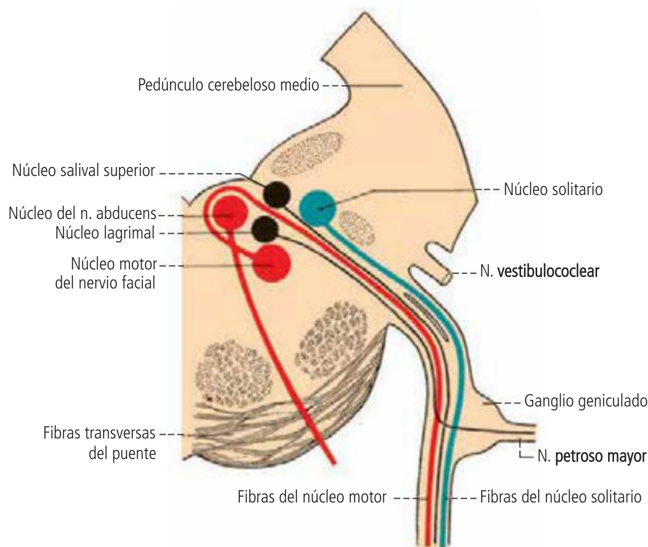


Fig. 36-26. Corte horizontal de la porción inferior del puente: núcleos del nervio facial y del nervio intermedio (según Delmas).

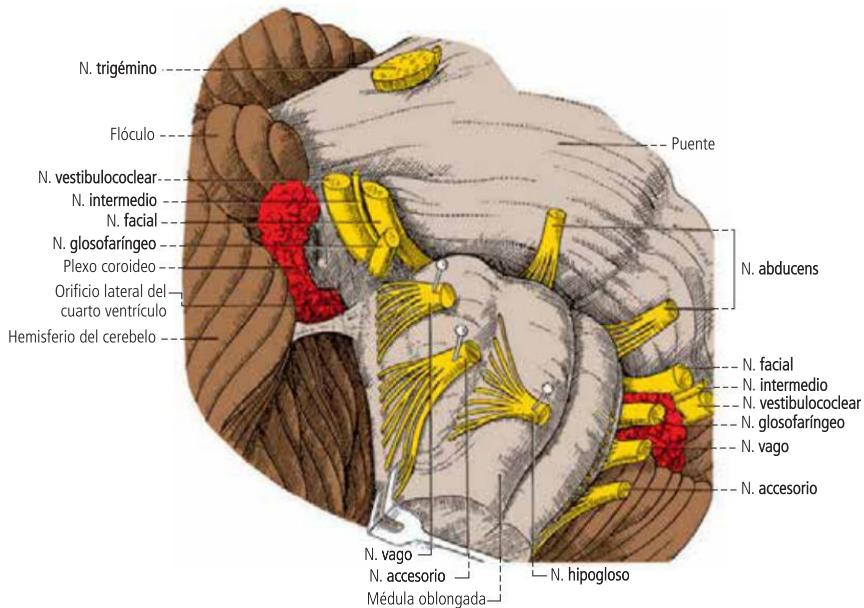


Fig. 36-27. Vista anteroinferior derecha del tronco del encéfalo.

ben en él un primer segmento horizontal (**fig. 36-30**) desde el fondo del conducto auditivo interno hasta la **rodilla del conducto facial**, frente al hiato del conducto para el nervio petroso mayor. Allí se encuentra el **ganglio geniculado**, donde parece terminar el nervio intermedio. Desde aquí, el nervio se dirige transversal de medial a lateral y de arriba hacia abajo. Este segundo segmento está comprendido entre las dos curvas del conducto facial. Luego se vuelve bruscamente vertical, desde la segunda curva (codo) del conducto facial, y desciende en el espesor de la parte anterior del proceso [apófisis] mastoides para salir del cráneo por el **foramen estilomastoideo** (**fig. 36-31**). Fuera del cráneo, el nervio facial se introduce de atrás hacia adelante y de arriba hacia abajo en la celda parotídea, donde se divide en sus ramos terminales formando un plexo intraparotídeo.

Relaciones

En la fosa craneal posterior. El nervio facial está situado en el espacio subaracnoideo, en la cisterna pontocerebelosa, encima y delante del **nervio vestibulococlear**, rodeado por una vaina de piamadre. Este grupo vestibulococlear-facial se halla cruzado por la arteria cerebelosa superior, que en ocasiones origina a la **arteria laberíntica**, que se adiciona al grupo nervioso (**fig. 36-28**).

En el conducto auditivo interno. Los ramos coclear y vestibular forman un surco cóncavo hacia arriba ocupado por el nervio facial y debajo de este por el nervio intermedio. Cada uno de ellos tiene una vaina de piamadre, estando los tres rodeados por una vaina aracnoidea que sigue hasta el fondo del conducto auditivo interno. Con la **arteria laberíntica**, el conjunto se hunde en un fondo de saco con líquido cerebroespinal limitado por la piamadre. En el fondo del conducto auditivo, los nervios facial e intermedio, que se han separado del nervio vestibulococlear, penetran en el conducto del facial, situado por encima del foramen del nervio coclear y por delante del foramen del nervio utricular (**fig. 36-29**).

En el conducto (canal) facial [acueducto de Falopio] (**figs. 36-30** y **36-31**). Se distinguen:

- El **primer segmento** o laberíntico está situado entre la cóclea y el vestíbulo. Por abajo y atrás se encuentra la parte superior utricular del vestíbulo y por adelante, la parte superior de la primera vuelta de la cóclea. Por encima del nervio, la cortical petrosa se adelgaza. En el extremo lateral, el conduc-

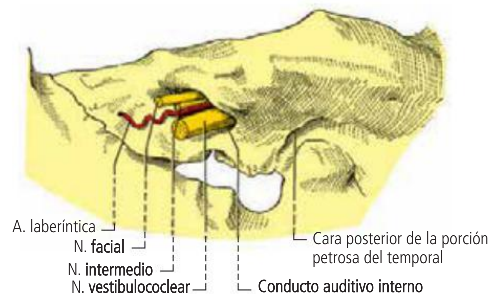


Fig. 36-28. Orificio auditivo interno (orificio intracraneal del conducto auditivo interno), del lado derecho, visto desde la fosa cerebelosa (según Bossy).

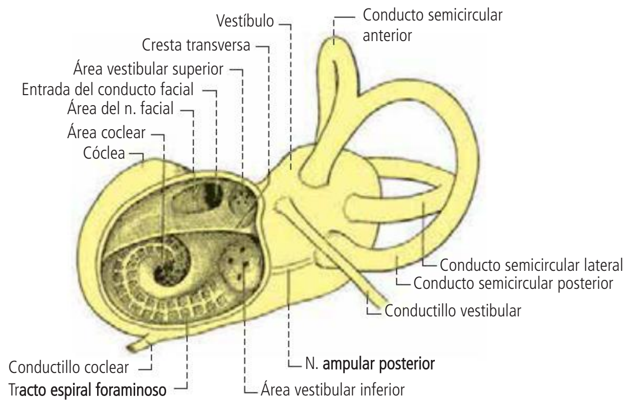


Fig. 36-29. Fondo del conducto auditivo interno, lado derecho, visto por su cara medial.

to facial se acoda hacia atrás y forma un ángulo: **la rodilla**, marcada por la fusión de los nervios facial e intermedio y por la presencia del **ganglio geniculado**, engrosamiento situado por delante del nervio facial del que parece salir hacia adelante el nervio petroso mayor. Por su ángulo medial recibe al nervio intermedio, su ángulo lateral se fusiona con el facial.

– El **segundo segmento** o timpánico se dirige hacia atrás y lateral, en el eje de la porción petrosa del hueso temporal. Está situado en la pared medial de la cavidad timpánica, aplicado medialmente sobre el vestíbulo. Su trayecto lo ubica por arriba del conducto del músculo tensor del tímpano y la ventana oval, y por debajo y delante del conducto semicircular lateral, lugar donde se acoda para hacerse vertical. El **codo** contornea el conducto del músculo del estribo y se sitúa medialmente por debajo y delante de la **entrada al antro mastoideo**, donde se curva para hacerse vertical.

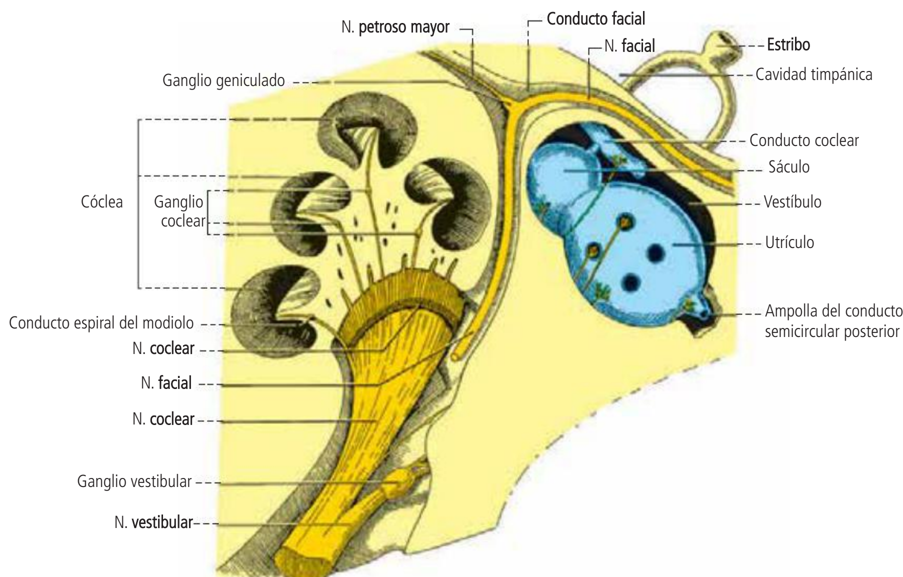


Fig. 36-30. Los dos primeros segmentos intrapetrosos del nervio facial derecho, corte horizontal, esquemático.

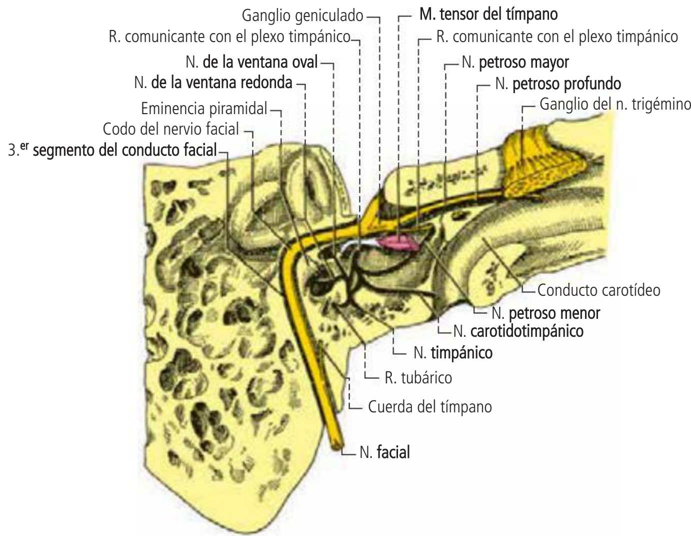


Fig. 36-31. Conducto facial. Nervio facial en la porción petrosa del temporal, 2.do y 3.er segmentos (según Hovelacque). El nervio timpánico y sus ramos están en negro.

- El **tercer segmento** o mastoideo es vertical. Está situado en la parte anterior, compacta, del proceso [apófisis] mastoides, delante de las celdillas mastoideas. Está acompañado por la arteria estilomastoidea. El nervio facial emerge de la parte petrosa por el foramen estilomastoideo situado por atrás y lateral a la base del proceso [apófisis] estiloides.

Trayecto extrapetroso

Comprende:

- Un **segmento supraglandular**, que se encuentra por detrás de la celda parotídea, en la cual luego penetra el nervio, entre el músculo estilohioideo y el proceso [apófisis] estiloides, ubicados medialmente, y el vientre posterior del músculo digástrico, atrás y lateralmente.
- Un **segmento intraparotídeo** en el que el nervio presenta un trayecto oblicuo hacia abajo, adelante y lateral contenido en un tejido conectivo dispuesto en dos planos y conectado laxamente al tejido glandular en medio de los lóbulos. En la glándula, el nervio es más superficial que la vena retromandibular y que la arteria carótida externa. El nervio tiene una longitud media de 1,5 cm y se divide en los ramos terminales. Se los describirá más adelante.

Distribución

Ramos colaterales del nervio intermedio

El **nervio intermedio** corresponde a las fibras "no motoras" del nervio facial. Emerge del tronco encefálico entre los nervios facial y vestibulococlear. Conduce las fibras parasimpáticas y del gusto. Después de varias anastomosis se fusiona con el nervio facial en la porción petrosa del hueso temporal.

Cuerda del tímpano. Corresponde a las fibras parasimpáticas destinadas al ganglio submandibular y a las fibras de la vía gustativa procedentes de los dos tercios anteriores de la lengua. Su origen es intrapetroso, por encima del foramen estilomastoideo (**figs. 36-23** y **36-31**). Adopta un trayecto oblicuo ascendente y anterior, cruza la cara profunda de la membrana timpánica e ingresa en un conductillo óseo por el que llega hacia la fisura petrotimpánica [de Glaser] para salir del cráneo. Continúa en dirección oblicua descendente y anterior, cruzando a los nervios auriculotemporal y alveolar inferior, y se une al nervio lingual. De esta forma llega al ganglio submandibular. En sentido inverso, las fibras procedentes de las papilas gustativas de los dos tercios anteriores de la lengua, se incorporan primero al nervio lingual para luego alcanzar la cuerda del tímpano.

Nervio petroso mayor. Este nervio está formado por un conjunto de fibras parasimpáticas. Abandona al nervio facial a nivel del vértice del ganglio geniculado. Adopta un trayecto anterior y medial, llega a la cara anterior de la pirámide de la porción petrosa del temporal, pasa por el foramen lacerum (rasgado) y corre junto al nervio petroso profundo por el conducto pterigoideo hasta alcanzar el ganglio pterigopalatino.

Ramo comunicante con el plexo timpánico. Este ramo llega hasta la pared medial de la cavidad timpánica, donde se une al plexo timpánico, formado por el nervio timpánico (NC IX).

Ramo comunicante con el nervio vago. Este ramo está ubicado inmediatamente por debajo del foramen estilomastoideo.

Ramos colaterales del nervio facial

El **nervio facial** tiene ramos colaterales intrapetrosos (nervio estapedio) y extrapetrosos (nervio auricular posterior, ramos digástrico, estilohioideo, y comunicante con el nervio glosofaríngeo) que se describen a continuación.

Nervio estapedio. Inerva el músculo del estribo. Se origina de la porción mastoidea del nervio facial. Desde su origen adopta un trayecto en dirección anterior, pasa por un conducto por el que llega a la eminencia piramidal y a la cavidad timpánica, donde se encuentra el músculo del estribo.

Ramo comunicante con el nervio glosofaríngeo. Es un ramo colateral extrapetroso, originado por debajo del foramen estilomastoideo (**fig. 36-32**). Adopta un trayecto en dirección medial, pasando por delante de la vena yugular interna, para llegar al nervio glosofaríngeo por debajo de su ganglio inferior.

Nervio auricular posterior. Su origen es extrapetroso, por debajo del foramen estilomastoideo y del ramo comunicante con el nervio glosofaríngeo (**fig. 36-33**). Rodea al proceso [apófisis] mastoides, ubicándose entre este último y el orificio auditivo externo. Termina en un ramo auricular que inerva los músculos de la región posterior de la oreja, y en un ramo occipital para el vientre occipital del músculo occipitofrontal.

Ramo digástrico. Es un ramo motor para el vientre posterior del músculo digástrico.

Ramo estilohioideo. Es un ramo motor para el músculo estilohioideo que a veces se origina de un tronco común con el ramo lingual.

Ramos terminales

Se agrupan en **ramos de la porción superior**: ramos temporales, ramos cigomáticos y ramos bucales, y **ramos de la porción inferior**: ramos bucales, ramo marginal de la mandíbula y ramo cervical. Se originan en la bifurcación del nervio facial situada aproximadamente a 1,5 cm de su entrada en la glándula parótida (**fig. 36-34**). Constituyen un plano nervioso intraparotídeo, marcado por un plano conectivo, bastante evidente, ubicado lateralmente a la vena retromandibular y a la arteria carótida externa. En su recorrido a través de la parótida, los ramos se comunican entre sí en diversos puntos formando el plexo intraparotídeo del nervio facial, de donde emergen sus ramos terminales.

Ramos temporales y cigomáticos [nervio temporofacial]. Se dividen de inmediato y sus ramos divergen en la glándula, adoptando una disposición plexiforme [plexo de Henle], intercambiando ramos comunicantes entre sí y con el nervio auriculotemporal. A su emergencia de la glándula se observan, de atrás hacia adelante y de arriba hacia abajo, **ramos temporales**, destinados a la musculatura de la mímica situada superior a la hendidura palpebral y la oreja (para el músculo auricular anterior y músculos intrínsecos de la oreja) y **ramos cigomáticos**, para la porción lateral del músculo orbicular del ojo y los músculos de la mímica situados entre la hendidura palpebral y bucal.

Ramos bucales, de dirección horizontal, paralelos al conducto parotídeo, pasan profundos a los músculos cigomáticos, para el músculo buccinador y los músculos situados alrededor de la boca.

Ramo lingual, contiene fibras sensitivas provenientes de la lengua.

Ramos marginal de la mandíbula y cervical [nervio cervicofacial]. De aspecto, en general, troncular, siguen una dirección oblicua hacia abajo y adelante continuando la dirección del nervio facial. Describen una curva cóncava hacia adelante. El **ramo marginal de la mandíbula** se extiende superior al borde inferior de la mandíbula e inerva la musculatura de la mímica ubicada por debajo de la hendidura bucal (músculos depresor del ángulo de la boca, depresor del labio inferior y mentoniano). El **ramo cervical** desciende posterior al ramo marginal, pasando a nivel del ángulo de la mandíbula, y continúa su trayecto superficial hasta el músculo platisma y depresores del labio inferior. Se comunica con el nervio transverso del cuello, ramo del plexo cervical superficial.

Ramos comunicantes

Son muy numerosos:

- Con el **nervio vestibulococlear**, en el conducto auditivo interno
- Con el **nervio glosofaríngeo**
- Con el **nervio vago**
- Con el **plexo cervical**
- Sus comunicantes con el **nervio trigémino** son los más importantes. Con el nervio mandibular y sus ramos: con el lingual, a través del nervio cuerda del tímpano, con el auriculotemporal y con el bucal. Finalmente, este último se comunica con el nervio maxilar por intermedio del nervio infraorbitario.

Plexo geniano del facial. Las múltiples divisiones de los ramos del nervio facial en la cara se comunican entre sí formando

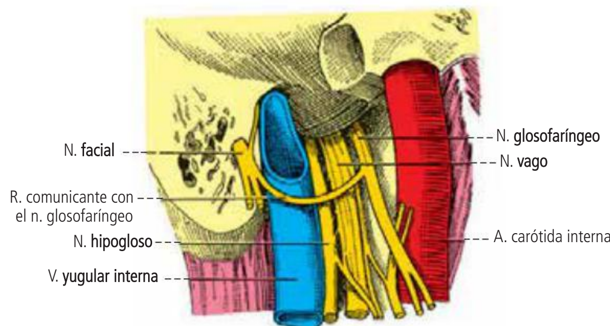


Fig. 36-32. Comunicación del nervio facial con el nervio glosofaríngeo [asa de Haller].

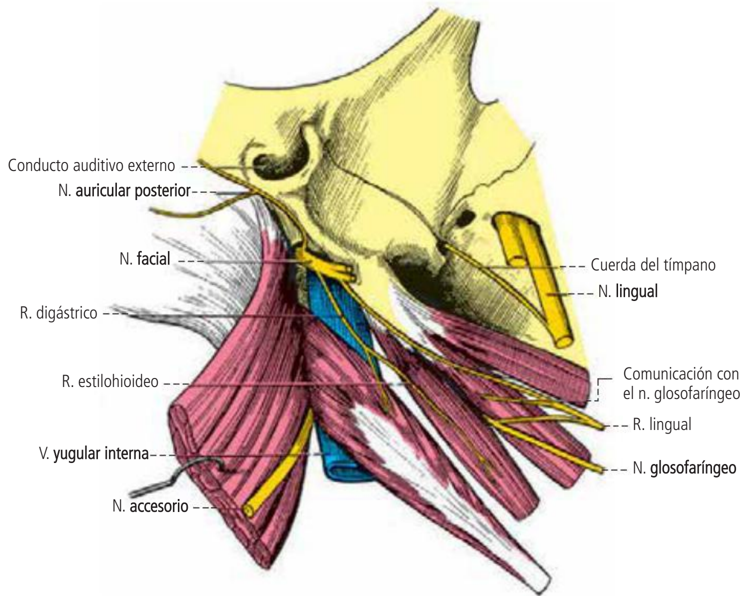


Fig. 36-33. Ramos colaterales extrapetrosos del nervio facial.

un plexo a nivel del borde anterior del músculo masetero, adonde llegan y por el que pasan algunos de estos ramos.

Estas comunicaciones y la multiplicidad de ramos distribuidos en la cara profunda de los músculos superficiales de la cara aseguran la persistencia de la función frente a la sección de varios de ellos.

Músculos de la cabeza y de la cara

Son músculos ubicados en planos superficiales que movilizan la piel de la cabeza, permiten el cierre de las hendiduras palpebral y oral y producen los gestos faciales. Por lo menos una de sus inserciones es cutánea. Se distinguen los músculos occipitofrontal y temporoparietal (epicraneales), los músculos periorificiales palpebrales y bucales, los músculos auriculares, de las cejas, nasales y platisma. La mayoría de estos músculos son pares.

Músculos epicraneanos [Músculos cutáneos del cráneo]

Los músculos epicraneanos son aquellos que se insertan en la galea aponeurótica. La galea aponeurótica o aponeurosis epicraneal es una lámina tendinosa que se desliza sobre el periostio de la calvaria. Su cara profunda se dirige desde la línea nucal superior hasta el borde supraorbitario y lateralmente se une al arco cigomático. Los músculos epicraneanos son el occipitofrontal y el temporoparietal.

El **músculo occipitofrontal** es un músculo digástrico cuyos vientres se disponen en dirección anterior y posterior sobre la galea aponeurótica. El vientre anterior o frontal se inserta a nivel de los arcos superciliares y la glabela y en la piel de estas porciones y se dirige hasta la galea aponeurótica. Su contracción eleva las cejas y arruga la frente. El vientre posterior u occipital se inserta atrás en la línea nucal superior y en el proceso [apófisis] mastoides y termina sobre la galea aponeurótica. Su contracción antagoniza la del vientre anterior. Ambos vientres están reunidos por la aponeurosis epicraneal (**fig. 36-35**). Es un músculo con aspecto de lámina, muy delgado, cuya inervación está dada por el nervio facial mediante sus ramos auricular posterior y cigomáticos.

El **músculo temporoparietal** se inserta en el cartílago de la oreja y termina sobre la galea aponeurótica.

Músculos auriculares

Se desarrollan en órganos de los sentidos, **oído externo** (**cap. 47**).

Músculos de los párpados y de las cejas

Músculo orbicular del ojo (**fig. 36-35**). Circunscribe el borde de la órbita. Comprende las porciones palpebral y orbitaria.

La **porción orbitaria** se inserta medialmente sobre los bordes del surco lagrimal, en el proceso [apófisis] frontal del hueso maxilar y del hueso lagrimal, por medio de dos tendones que se reúnen por delante del origen de las fibras musculares. Estas se dirigen lateralmente y se separan: un fascículo superior ocupa el borde superior del párpado superior y sobrepasa el borde supraorbitario; un fascículo inferior se comporta de igual forma, pero con el párpado inferior. Ambos se reúnen laterales al borde de la órbita, se entrecruzan y se adhieren a la cara profunda de la piel.

La **porción palpebral** corresponde a la región central del músculo, ocupando ambos párpados. Se origina en el ligamento palpebral medial y los huesos próximos. Se compone de los fascículos ciliar y profundo. El **fascículo ciliar** es un conjunto de fibras que se ubica en el borde del párpado, alrededor de los conductos de las glándulas tarsales y los folículos de las pestañas. El **fascículo profundo**, tradicionalmente llamado porción lagrimal, es un haz de fibras que tienen su origen en la cresta lagrimal

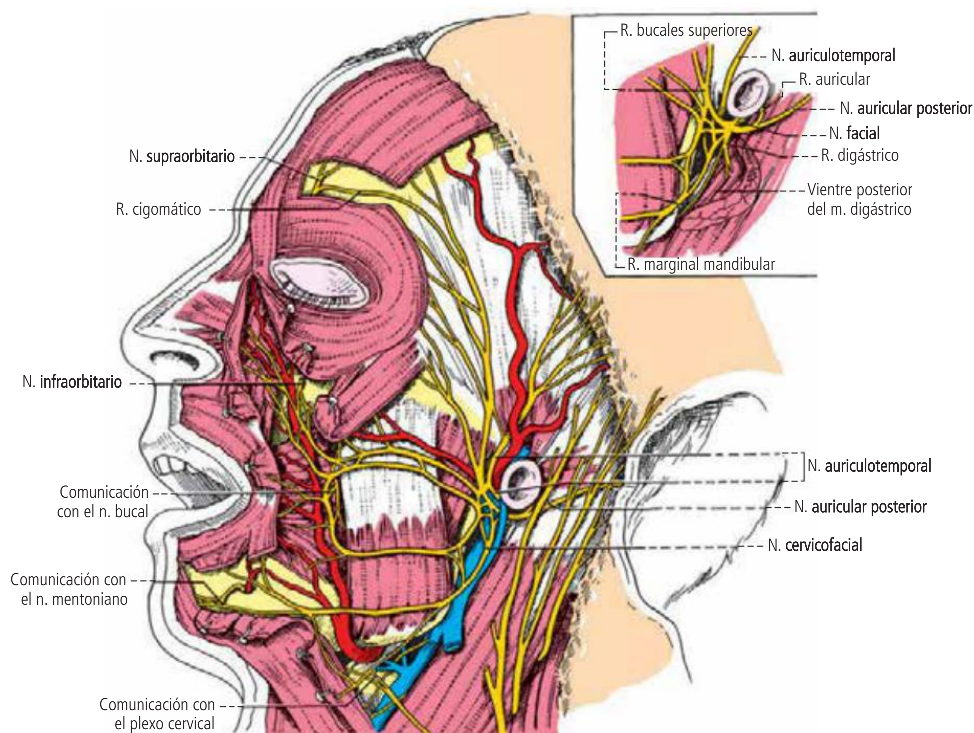


Fig. 36-34. Ramos terminales del nervio facial, lado izquierdo.

posterior, por detrás del saco lagrimal. Rodea los conductillos lagrimales y se extiende hasta la papila lagrimal. Su función es dilatar el saco lagrimal al traccionarlo.

El músculo actúa a la manera de un esfínter: cierra la hendidura palpebral. Además, su parte medial favorece el direccionamiento de las lágrimas hacia los conductos lagrimales.

Porción lagrimal del músculo orbicular [músculo de Horner]. Pequeño y profundo, se inserta en la parte medial sobre la cresta del hueso lagrimal, de aquí se dirige a la comisura medial de los párpados donde se bifurca terminando cada ramo por detrás de los puntos lagrimales. Son fibras que pertenecen al orbicular.

Músculo corrugador de la ceja (**fig. 36-36**). Se inserta medialmente, sobre la porción nasal del hueso frontal. Asciende lateral hacia la piel de la ceja, la cual arrastra hacia abajo y medialmente cuando se contrae, produciendo pliegues verticales en ella.

Asimismo, estos dos músculos son inervados por los ramos temporales y cigomáticos del facial.

Músculos de la nariz

Músculo prócer (**fig. 36-35**). Está situado sobre el dorso de la nariz. Se extiende desde los cartílagos laterales y los huesos nasales a la piel de la región frontal. Tracciona la piel de la frente en forma antagonista al vientre frontal del músculo occipitofrontal.

Músculo nasal. Es el concepto genérico que engloba a dos porciones musculares: la transversa y la alar. Se origina en la fosa canina. La **porción transversa del músculo nasal** (**fig. 36-35**) se origina sobre el dorso de la nariz y se dirige abajo hacia el surco de la nariz, donde termina en la piel y se continúa con fibras del músculo depresor del tabique nasal. Reposa sobre el ala de la nariz y estrecha el orificio nasal. La **porción alar del músculo nasal** es un músculo delgado, extendido en la parte inferior del ala de la nariz y se inserta en el borde posterior del cartílago alar hacia atrás, y en la piel de la narina, adelante. Separa el ala de la nariz y dilata la narina.

Músculo depresor del tabique nasal (**fig. 36-36**). Es un pequeño músculo radiado, situado debajo de las narinas. Se inserta abajo en la pared alveolar sobre el diente incisivo central en el hueso maxilar para terminar en el subtabique y en la porción lateral del ala de la nariz. Dilata las narinas y desciende la punta de la nariz.

Estos cuatro músculos están inervados por filetes de los ramos cigomáticos y bucales del nervio facial.

Músculos de la boca

De ellos solo uno es impar y mediano (**figs. 36-35** a **36-37**): el orbicular de la boca.

Músculo orbicular de la boca (**fig. 36-37**). Está situado alrededor de la hendidura oral. Se lo divide en dos porciones: marginal y labial.

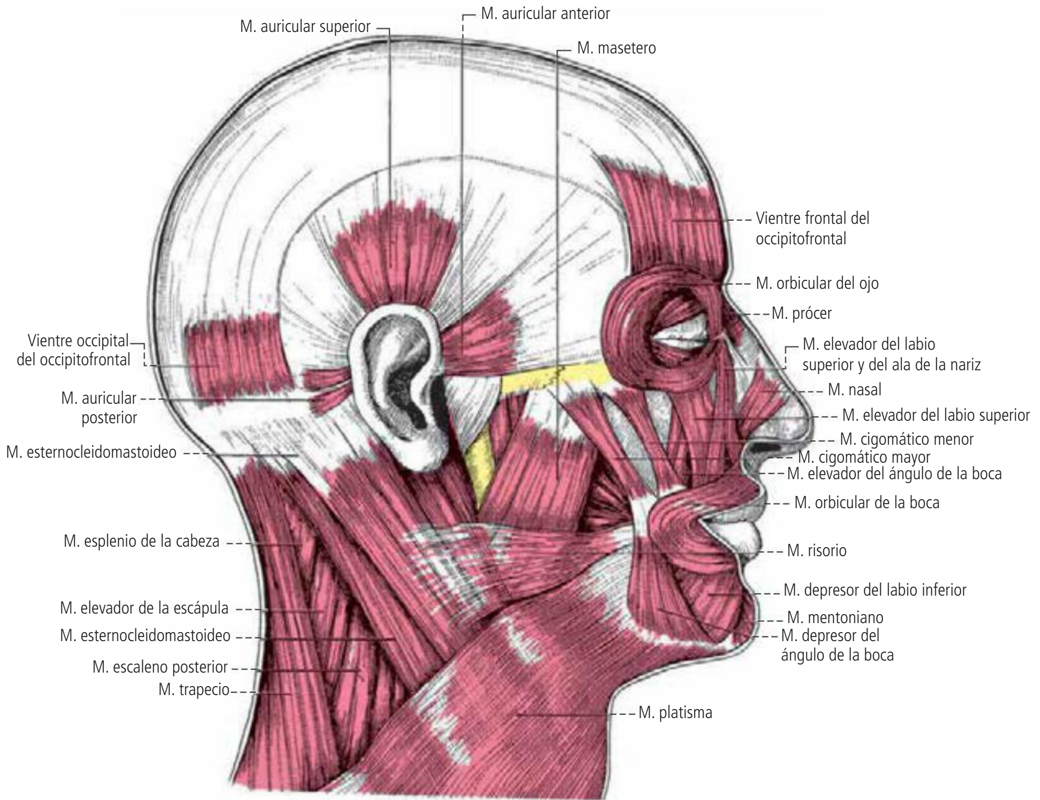


Fig. 36-35. Músculos del cráneo y de la cara, capa superficial.

A. **Porción marginal:** es la porción ubicada profunda a la semimucosa, de color rosado, de los labios.
B. **Porción labial:** es la porción aplanada, periférica y subcutánea del músculo.

La **mitad superior** se extiende desde una comisura labial a la otra, desde el borde del labio superior hasta la base de la nariz. Está constituida por dos órdenes de fibras: unas se extienden en arco de una comisura a la otra (porción principal) y las otras (porciones accesorias) comprenden dos fascículos de cada lado que se desprenden del subtabique de las cavidades nasales (fascículo nasolabial) y luego de la fosa canina (fascículo incisivo superior), que van hacia las comisuras a confundirse con el fascículo principal.

La **mitad inferior** ocupa toda la altura del labio inferior. Está formada esencialmente por fibras que van de una comisura a la otra.

La **inervación** (**figs. 36-38** y **36-39**) está proporcionada de cada lado por ramos bucales y el ramo marginal de la mandíbula del facial. A esta doble inervación corresponden mitades musculares independientes desde el punto de vista funcional.

Músculo buccinador. Se desarrolla en boca y anexos (**cap. 103**).

Músculo elevador del labio superior y del ala de la nariz y músculo elevador del labio superior (**fig. 36-35**). Bajo estas designaciones se distinguen dos lengüetas musculares extendidas desde el borde orbitario inferior y huesos nasales hasta la cara profunda de la piel del labio superior. La más anterior emite un fascículo para la piel del ala de la nariz.

Músculo elevador del ángulo de la boca (**fig. 36-36**). Está situado por debajo y lateral a los precedentes. Se origina en la fosa canina, se entremezcla con los músculos del labio superior y emerge a nivel de la parte superior de la comisura terminando en la piel y en la mucosa.

Músculos cigomático mayor y cigomático menor (**fig. 36-35**). Son dos músculos bien diferenciados, lateralmente se insertan en el arco del hueso cigomático, el menor más anterior y el mayor más posterior. Cruzan superficialmente a los vasos faciales, para terminar en la comisura labial, en la cara profunda de los tegumentos.

Músculo risorio (**fig. 36-35**). Se extiende desde la fascia de la región parotídea y la piel de la mejilla hasta la comisura labial y termina en el ángulo de la boca y sobre la mucosa.

Estos músculos son inervados (**figs. 36-38** y **36-39**) por ramos cigomáticos y bucales del nervio facial. Elevan el labio superior y alejan las comisuras del plano mediano, además de elevarlas: son los "músculos de la sonrisa".

Músculo depresor del ángulo de la boca (**fig. 36-35**). Se extiende desde la línea oblicua de la mandíbula al ángulo de la

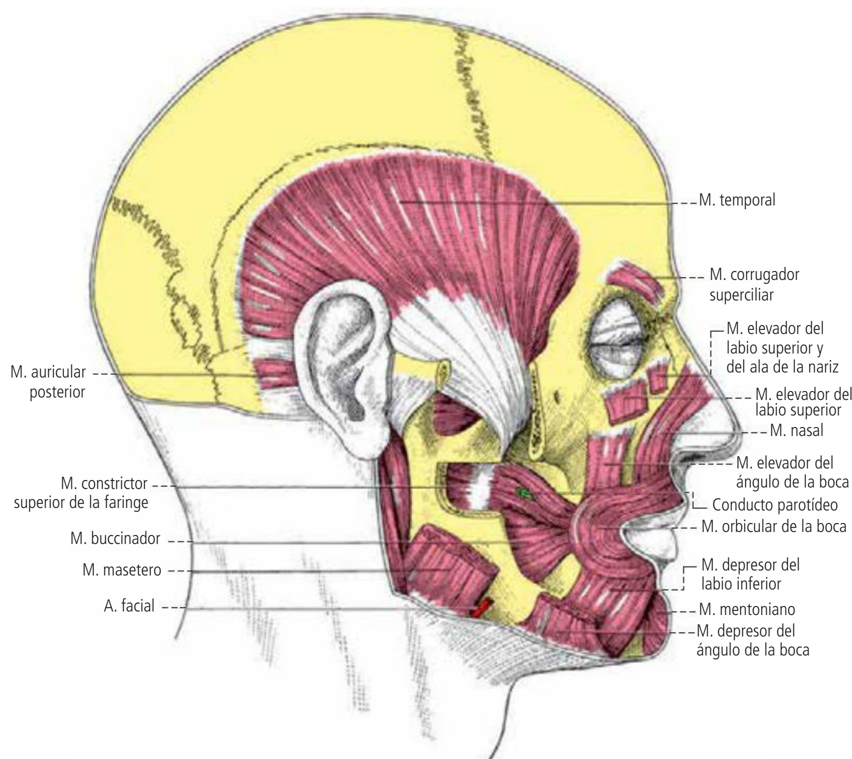


Fig. 36-36. Músculos del cráneo y de la cara, capa profunda.

boca. Se entrecruza con fibras descendentes de los músculos elevador del ángulo de la boca y cigomático mayor. Desciende la comisura labial. Cuando se contrae provoca el descenso del ángulo de la boca, su acción se asocia con los gestos de tristeza, abatimiento, disgusto.

Músculo depresor del labio inferior (**fig. 36-38**). Se sitúa profundo al músculo depresor del ángulo de la boca. Toma origen en la línea oblicua de la mandíbula y se dirige hacia la piel del labio inferior. Tiene forma cuadrangular, oblicuo hacia arriba y medial.

El punto de inserción de los músculos cigomático mayor, risorio y depresor del ángulo de la boca recibe el nombre de **modiolo del ángulo de la boca**, lateral a la comisura de los labios.

Músculo mentoniano (**fig. 36-35**). Es un músculo par, cuyas fibras irradian desde la superficie de la mandíbula, inferior a los alvéolos de los dientes incisivos inferiores, hasta la piel del mentón.

Estos tres músculos reciben su inervación de los filetes mentonianos del ramo marginal de la mandíbula y del ramo cervical del facial (**figs. 36-38** y **36-39**).



Fig. 36-37. Músculo orbicular de la boca.

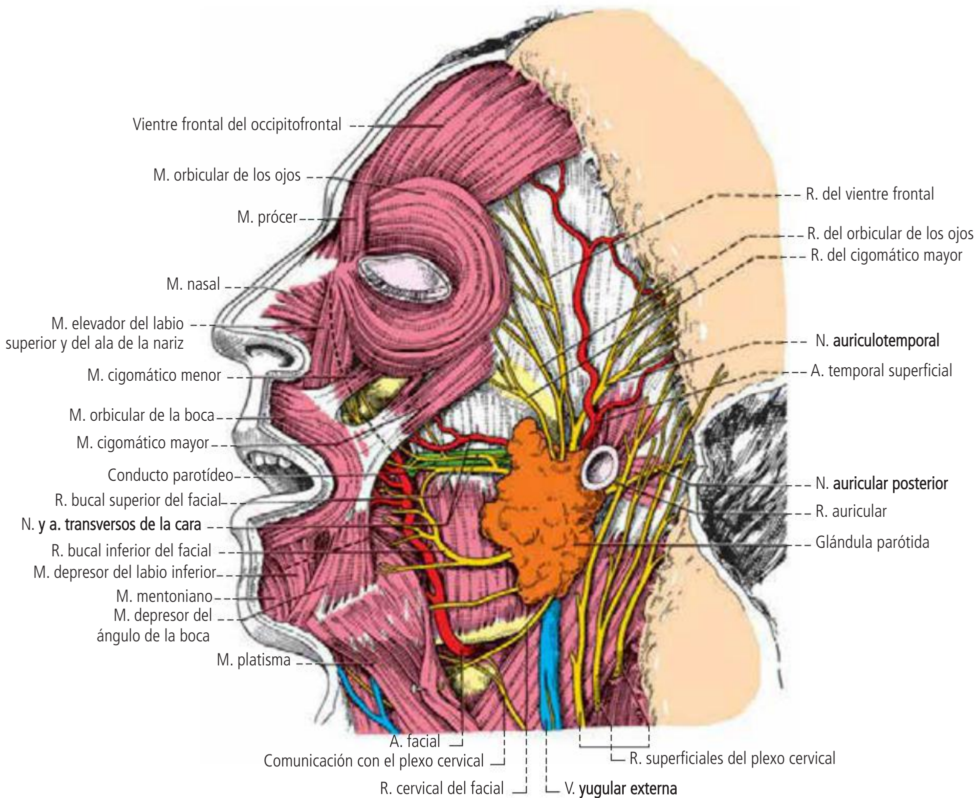


Fig. 36-38. Inervación de los músculos cutáneos de la cara, lado izquierdo.

Anatomía funcional

Estos músculos aseguran la mímica, la expresión de la mirada así como también las acciones que interesan la visión, la alimentación y la fonación.

Los **músculos cutáneos del cráneo** poseen una acción limitada: elevación de las cejas y de la piel de la frente (sorpresa, interrogación, concentración).

Los **músculos de los párpados** (sobre todo el orbicular) protegen al ojo, durante el sueño o ante una excitación excesiva, que puede ser luminosa o traumática (reflejo palpebral). La abertura de la hendidura palpebral se manifiesta en la sorpresa, el esfuerzo y la angustia.

Los **músculos de la nariz** apenas modifican las dimensiones de la narina, pero en los esfuerzos ventilatorios (respiratorios) intensos las narinas se separan.

Los **músculos de los labios** intervienen en:

- La **alimentación**: adaptando el orificio de la boca a las necesidades (abertura, succión, cierre durante la deglución).
- La **fonación** (forma especial de expulsión del aire por la vía oral): los labios modulan las sílabas labiales y tienen una acción preponderante en el uso de los instrumentos de viento.
- La **mímica**: la forma dada a la boca presenta una gran riqueza expresiva: alegría (risa), tristeza y emociones se exteriorizan fácilmente. La forma de la boca en el reposo (preponderancia de ciertos músculos) puede denotar un estado de salud o de enfermedad.

Anatomía funcional del nervio facial

El nervio facial junto con el intermedio asegura tres funciones: motora, que es la preponderante, sensitivosensorial vegetativa y secretoria.

Acción motora. El nervio facial puede ser considerado ante todo como el nervio de la mímica y como el responsable de los movimientos de los párpados y de los labios.

Acción sensitivosensorial. Su territorio se limita al conducto auditivo externo, a una porción de la oreja y a la membrana timpánica. Nervio sensorial, recoge por medio del lingual y de la cuerda del tímpano las sensaciones gustativas de la parte anterior de la lengua.

Acción secretoria. Por sus fibras parasimpáticas asegura: la secreción lagrimal (nervio del conducto pterigoideo, ganglio pterigopalatino, nervio maxilar) y la secreción salival, submandibular y sublingual (cuerda del tímpano y nervio lingual).

En el ser vivo. El facial debe tenerse presente para evitar su lesión:

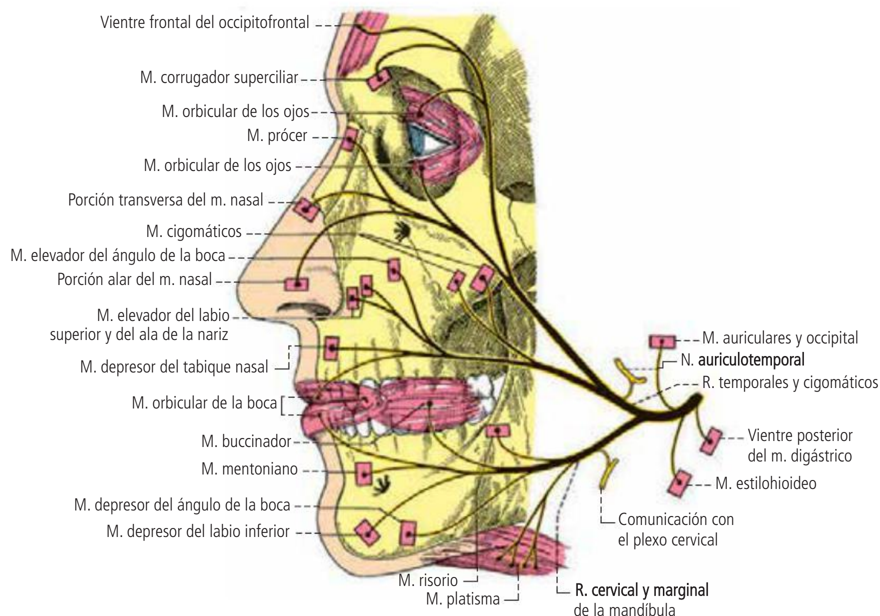


Fig. 36-39. Distribución extracraneana del nervio facial.

- **En su trayecto intrapetroso**, en especial mastoideo, en las operaciones de drenaje mastoideo, en particular en los vaciamientos petromastoideos que se le aproximan peligrosamente.
- **En su trayecto periférico**, en los tumores malignos de la glándula parótida y en las operaciones de la glándula, en las cuales la conservación del nervio es el mayor compromiso del cirujano.

Las parálisis faciales (a "frigore", por compresión o iatrogénicas) provocan la desaparición de los movimientos de una mitad de la cara, con deformación de la comisura labial y hendidura palpebral (**fig. 36-40**). En ciertas parálisis de origen central puede haber disociación entre el facial superior y el inferior.

Nervio vestibulococlear (VIII)

Se desarrolla en los órganos de los sentidos, Nervio vestibulococlear (**cap. 50**).

Nervio glosofaríngeo (IX)

Es un nervio mixto, sensitivosensorial (sensibilidad gustativa), motor (faringe y velo del paladar) y vegetativo. Se distribuye, como lo indica su nombre, en estructuras relacionadas con la lengua (gloso) y la faringe adyacente. Es el nervio del tercer arco faríngeo. Tiene dos ganglios anexos: el ganglio superior y el ganglio inferior.

Orígenes reales

Los núcleos del nervio glosofaríngeo se encuentran en la médula oblongada (**fig. 36-41**).

Núcleos sensitivosensoriales. Las fibras aferentes que llegan a estos núcleos provienen de los cuerpos neuronales ubicados en los ganglios superior e inferior del nervio glosofaríngeo. La **sensibilidad general**, proveniente de una pequeña área del oído externo, la cavidad timpánica, la trompa auditiva, el tercio posterior de la lengua y la faringe adyacente a ella, es conducida por fibras del nervio hasta los ganglios. En la médula oblongada, las fibras que transportan a los estímulos aferentes generales descienden para terminar en la porción caudal del **núcleo espinal del nervio trigémino**. Estos impulsos aferentes generales ascienden luego al tálamo y desde allí se proyectan a la corteza cerebral. Las **aferencias viscerales** provenientes del glomus carotídeo llegan a la médula oblongada donde descienden verticalmente por el **tracto solitario** para luego terminar en el tercio medio del **núcleo solitario**. Las fibras que conducen la **sensación del gusto** del tercio posterior de la lengua, una vez llegadas a la médula oblongada, ascienden por el tracto solitario hasta hacer sinapsis en la **porción rostral del núcleo solitario** (núcleo gustativo). Las fibras que parten de este núcleo ascienden al tálamo y desde allí alcanzan la corteza cerebral.

Núcleo motor. Es el **núcleo ambiguo** que pertenece a la columna motora de los músculos derivados de arcos faríngeos. Las eferencias del glosofaríngeo parten de la porción rostral del núcleo ambiguo, por encima de la porción correspondiente al vago. El núcleo es profundo, situado a nivel de la oliva inferior, anterior y medial al núcleo solitario. Está relacionado con la corteza por las fibras corticonucleares.

Núcleo vegetativo. Es el **núcleo salival inferior**. Es un núcleo visceromotor (parasimpático) cuyas fibras llevan los impulsos nerviosos destinados a la **glándula parótida**.



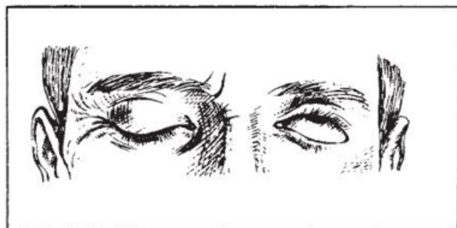


Fig. 36-40. Parálisis facial izquierda. Nótese la desaparición de los pliegues cutáneos, la flacidez de la mejilla y la deformación de la hendidura palpebral y de la comisura labial. En el recuadro: defecto de oclusión del párpado izquierdo con ascenso del globo ocular que sigue al cierre de los párpados (signo de Bell).

Origen aparente

El nervio glosofaríngeo emerge por el **surco retroolivar** de la médula oblongada, por debajo del nervio vestibulococlear e inmediatamente por encima del nervio vago. Esta emergencia se hace por cinco o seis filetes radiculares que de inmediato se reúnen en un cordón nervioso.

Trayecto

El nervio se dirige hacia adelante y lateral y llega al foramen yugular por el cual sale del cráneo, se acoda y se hace vertical en el espacio retroestíleo. Luego describe una curva de concavidad anterior y superior y, aplicado a la cara profunda del músculo estilogloso, penetra en la región paratonsilar y se dirige hacia la base de la lengua, en cuya mucosa se distribuye.

Dos ganglios se escalonan en su trayecto (véase **fig. 36-45**): el **ganglio superior** [Ehrenritter], de pequeño tamaño, situado en el interior del cráneo y el **ganglio inferior** [Andersch], situado en parte en el foramen yugular y en parte debajo de él en la región retroestílea. Ambos pueden estar fusionados.

Relaciones

En la porción intracraneana. Con el nervio vago y el nervio accesorio forma un grupo nervioso rodeado de piamadre que se aplica al occipital por debajo del grupo vestibulococlear y facial.

En el foramen yugular (**figs. 36-42** y **36-43**). Está aplicado al borde posterior de la porción petrosa del temporal, en la parte estrecha del foramen, medial al bulbo superior de la vena yugular interna y por delante del nervio vago y del nervio accesorio. El nervio está separado de la vena por el **ligamento yugular**. Está cruzado, por atrás, por el seno petroso inferior. El nervio se acoda aquí en ángulo recto: en este codo se ubica el ganglio inferior.

En el espacio laterofaríngeo (**fig. 36-44**). En el espacio retroestíleo, el nervio glosofaríngeo es vertical, luego oblicuo hacia adelante y medialmente. Se sitúa delante del nervio vago y del nervio accesorio. Pasa por atrás y luego lateralmente a la arteria carótida interna y se aproxima a la cara lateral de la faringe, cruza la cara lateral del músculo estilofaríngeo y continúa su curso aplicado a la cara medial del estilogloso, que puede considerarse su músculo satélite, y llega a la región paratonsilar.

Región paratonsilar (**fig. 36-44**). Corresponde a la pared faríngea sobre la que se proyecta la tonsila [amígdala] palatina. El músculo estilogloso separa al nervio glosofaríngeo de los músculos lingual y pterigoideo medial. Medialmente, se relaciona con el constrictor superior y cruza a la arteria palatina ascendente, situada medialmente al estilogloso. El nervio se profundiza en la pared faríngea, atravesando el hiato comprendido entre los músculos constrictores superior y medio. Esta relación es importante en el procedimiento de tonsilectomía. Luego se continúa bajo la mucosa de la base de la lengua en donde termina.

Distribución

En el curso de su trayecto suministra (**figs. 36-44** y **36-45**) ramos colaterales, terminales y comunicantes.

Ramos colaterales

Nervio timpánico [de Jacobson]. El nervio timpánico es el primer ramo del nervio glosofaríngeo. Se origina a nivel del ganglio inferior, pasa por el **conductillo timpánico** [conducto de Jacobson] ubicado entre el conducto carotídeo y el foramen yugular, e ingresa en la pared medial de la cavidad timpánica. En el trayecto del nervio timpánico se encuentran algunas células ganglionares dispuestas irregularmente que conforman el **ganglio timpánico**. En la cavidad timpánica, el nervio timpánico se ubica en la mucosa que está por debajo del promontorio, formando el **plexo timpánico**. Este plexo no está formado únicamente por el nervio timpánico, sino que también recibe fibras del plexo carotídeo interno y el ramo comunicante con el plexo timpánico del nervio facial. El plexo timpánico emite un **ramo tubario**, que inerva la trompa auditiva, y los **nervios carotidotimpánicos**. Estos últimos están formados por fibras simpáticas del plexo timpánico que provienen del plexo carotídeo interno. Del plexo timpánico también se originan los siguientes ramos sensitivos de la mucosa: un ramo posterior para la ventana redonda y un ramo para la ventana oval. El ramo terminal del plexo timpánico es el **nervio petroso menor**, que contiene fibras parasimpáticas. Ingresa en la pared anterior de la porción petrosa del hueso temporal, emerge de la fosa craneal media a través de

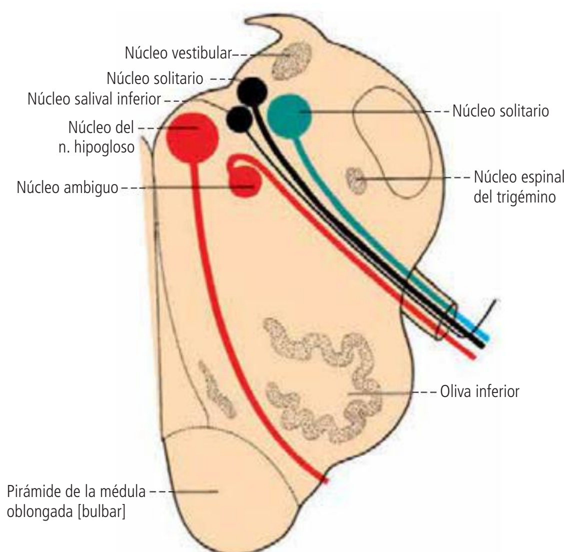


Fig. 36-41. Corte horizontal de la médula oblongada, núcleos del glosofaríngeo (según Delmas).

la fisura esfenopetrosa y llega finalmente al ganglio ótico, donde sus fibras hacen sinapsis.

Ramo comunicante para el ramo auricular del nervio vago. Este ramo se origina del ganglio inferior del NC IX. Es un ramo pequeño que se une con el ramo auricular del nervio vago.

Ramos faríngeos. Son entre tres y cuatro ramos que se dirigen hacia el plexo faríngeo. El plexo faríngeo queda formado así por la unión de estos ramos con ramos del nervio vago y del simpático. A partir de este plexo se originan ramos sensitivos para la mucosa de la faringe, nervios motores para los músculos constrictor superior de la faringe y palatofaríngeo, y nervios vasomotores.

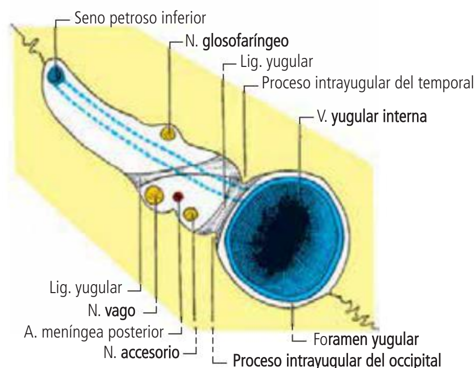


Fig. 36-42. Foramen yugular derecho, vista superior (endocraneal) (según Paturet).

Ramo del músculo estilofaríngeo. Este ramo tiene su origen cerca del borde posterior del músculo estilofaríngeo al que brinda inervación motora.

Ramo del seno carotídeo. Este ramo desciende hasta la bifurcación carotídea para inervar el seno y el glomus [cuerpo] carotídeo. Se comunica con el tronco simpático y con el nervio vago.

Ramos tonsilares. Estos ramos inervan la mucosa de las tonsilas [amígdalas] palatinas y los tejidos adyacentes.

Ramos linguales. Conformados por fibras gustativas para el tercio posterior de la lengua, incluidas las papilas circunvaladas, que también están inervadas por el nervio lingual (a través de la cuerda del tímpano).

Ramo comunicante con el ramo meníngeo. Este ramo se une con el ramo meníngeo del nervio mandibular.

Ramo comunicante para el nervio auriculotemporal. Este ramo contiene fibras parasimpáticas posganglionares que inervan la glándula parótida. Son fibras que parten del ganglio ótico y que reciben los impulsos secretorios del nervio glosofaríngeo por intermedio del nervio timpánico y de su ramo terminal que es el nervio petroso menor.

Ramo comunicante para la cuerda del tímpano. Es un ramo sensorial que comunica el nervio glosofaríngeo con la cuerda del tímpano.

Ramos terminales

Son varios ramos que forman el **plexo lingual posterior**. Este último aporta la inervación sensitiva de la mucosa, gustativa (sensorial) y vasomotora del tercio posterior de la lengua.

Anatomía funcional

Definidamente mixto, el nervio glosofaríngeo es motor, sensitivo, sensorial y vegetativo. Tiene un escaso territorio de inervación cutánea.

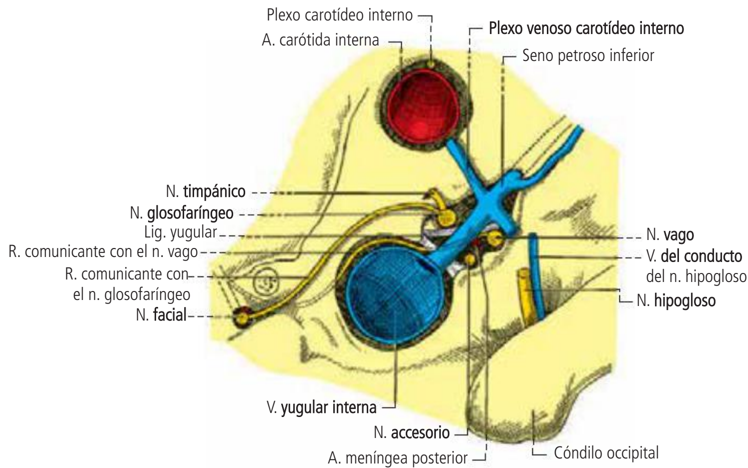


Fig. 36-43. **Elementos vasculonerviosos del foramen yugular y relaciones de la vena yugular interna, lado derecho, vista inferior** (exocraneal) (según Paturet).

Actividad motora. Contribuye al tiempo faríngeo de la deglución, por medio de los ramos que da a los músculos de la faringe (estilofaríngeo, constrictor superior y palatofaríngeo). Otros nervios intervienen además en esta función (nervio vago y accesorio).

Actividad sensitiva. El nervio asegura la sensibilidad de las mucosas del oído medio y de la trompa auditiva, de la faringe, de la tonsila palatina y finalmente de la lengua.

Actividad sensorial. El nervio glosofaríngeo transmite las sensaciones gustativas nacidas de las papilas posteriores de la lengua, situadas por detrás de la V lingual.

Actividad vegetativa. Por medio de sus fibras parasimpáticas es el nervio secretor de la glándula parótida (nervio timpánico-nervio petroso menor-ganglio ótico-nervio auriculotemporal).

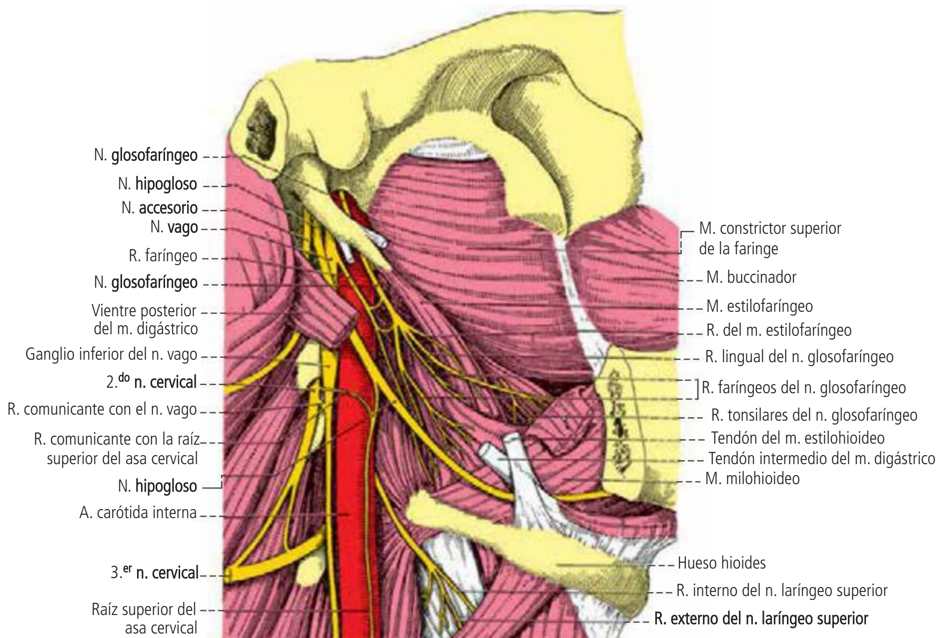


Fig. 36-44. **Nervio glosofaríngeo y plexo faríngeo, lado derecho, vista lateral.**

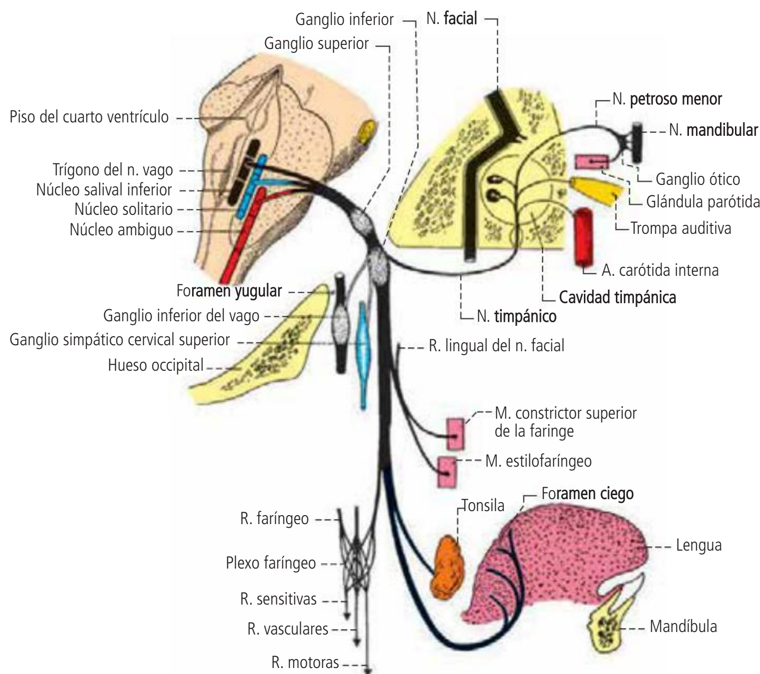


Fig. 36-45. Nervio glosofaríngeo (Pitres y Testut).

Nervio vago (X)

Es un nervio mixto. De todos los nervios craneales es el que posee el territorio más extenso puesto que inerva numerosos órganos, incluso las vísceras abdominales. Es el elemento más voluminoso y más importante del parasimpático craneal.

El nombre de nervio vago, denominación que significa errante, es herencia de autores clásicos dudosos respecto del destino y de la función de este nervio; la denominación se conserva a pesar de que hoy se lo conoce mejor.

Orígenes reales

Son complejos y corresponden a las cuatro funciones del nervio: somático (motor y sensitivo) y vegetativo (motor y sensitivo). Todos estos núcleos están en la médula oblongada (**fig. 36-46**).

Núcleos somáticos. Se distinguen:

- **Núcleo motor:** corresponde a la parte inferior del **núcleo ambiguo** (que también aporta fibras a los nervios glosofaríngeo y vago), situado en la formación reticular, ubicado dorsalmente al núcleo olivar inferior. Este núcleo recibe fibras provenientes de la corteza cerebral a través de las fibras corticonucleares. Es un **núcleo motor (eferente) somático especial** que emite fibras para los músculos constrictores de la faringe y los músculos intrínsecos de la laringe.
- **Núcleo sensitivo:** las fibras sensitivas generales se originan de neuronas seudounipolares ubicadas en los ganglios superior e inferior (equivalentes a los ganglios espinales). Dichas neuronas emiten una prolongación periférica (recogen la sensibilidad de las mucosas: digestiva, laríngea y respiratoria) y otra prolongación central que penetra en la médula oblongada mezclada con las otras fibras del nervio. El trayecto de estas fibras en la médula oblongada las dirige hacia el piso del IV ventrículo, al **núcleo espinal del nervio trigémino**. Desde este núcleo, los axones de segundo orden se proyectan, a través del tracto trigeminotalámico, central hacia el tálamo.

Núcleos vegetativos. Están situados bajo el epéndimo del piso del IV ventrículo, en el **trígono del nervio vago**, entre el núcleo del hipogloso medialmente, y el núcleo solitario lateralmente. Ellos son:

- **Núcleo visceromotor:** está situado en el **trígono del nervio vago**, lateralmente al núcleo del hipogloso y medial al núcleo solitario. Los cuerpos neuronales parasimpáticos se ubican en el **núcleo dorsal del vago** y en el borde medial del **núcleo ambiguo**. Las fibras que de ellos parten se distribuyen en todas las vísceras inervadas por el vago.
- **Núcleo viscerosensitivo:** las fibras de este tipo terminan en la vecindad del trígono del nervio vago. El trayecto de estas fibras en la médula oblongada las dirige hacia el **núcleo solitario**. En la cara lateral de este núcleo, las fibras se acodan hacia abajo y penetran en la porción más inferior de él. Recibe las fibras centrípetas correspondientes a la sensibilidad visceral.

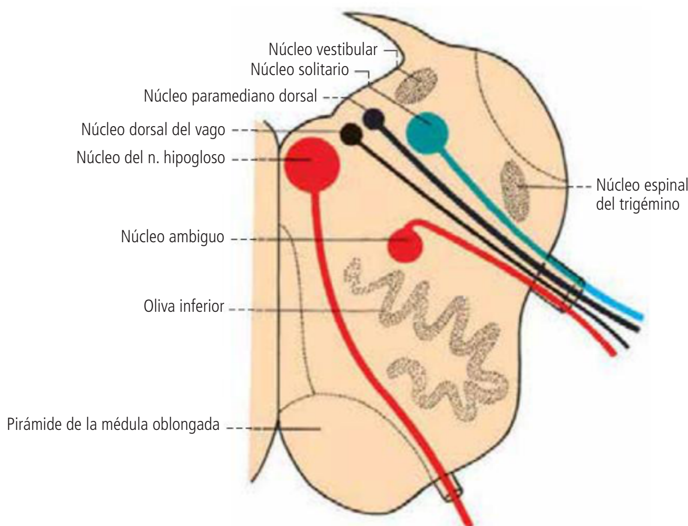


Fig. 36-46. Corte horizontal de la médula oblongada, núcleos del vago y del hipogloso (según Delmas).

Origen aparente

El nervio vago se exterioriza en el surco retroolivar de la médula oblongada, entre el nervio glosofaríngeo y el nervio accesorio (**figs. 36-27** y **36-47**). Está constituido por seis u ocho filetes que convergen y se adosan entre sí, para formar el tronco del nervio que mantiene su posición, por debajo del nervio glosofaríngeo y por encima de la raíz craneal del nervio accesorio.

Trayecto

El nervio posee un trayecto largo y complejo. Al principio está situado en la fosa cerebelosa, desde su emergencia en el surco retroolivar se dirige arriba y lateralmente hacia el foramen yugular (véase **fig. 36-42**) por el cual entra en el cuello. A partir de este punto se vuelve vertical, y junto con la arteria carótida interna y la vena yugular interna, se agrupa como **eje vasculonervioso del cuello**. Desciende por el espacio laterofaríngeo y continúa en la región carotídea hacia la base del cuello. Penetra en el tórax y, situado en el mediastino, adopta un trayecto diferente a la derecha y a la izquierda. Los dos nervios vagos, derecho e izquierdo, contactan con el **esófago**, forman un plexo a su alrededor y con él penetran en el abdomen a través del **hiato esofágico** del diafragma. Ambos vagos terminan en la parte superior de la cavidad abdominal como troncos vagales.

En el trayecto del vago se encuentran dos ganglios: el **ganglio superior**, en el foramen yugular, y el **ganglio inferior**, a menudo más grueso, situado más abajo, en el espacio retroestíleo. Este ganglio recibe al **ramo medial del nervio accesorio**, que le aporta al nervio vago las fibras motoras destinadas a los músculos estriados de la laringe (**fig. 36-48**).

Relaciones

El extenso recorrido del nervio obliga a una descripción esquemática.

En la porción intracraneal (**fig. 36-47**). Dirigido hacia arriba y lateral, forma un grupo nervioso único con el nervio glosofaríngeo y el nervio accesorio. Está aplicado al hueso occipital y rodeado de una vaina de piamadre, debajo del grupo vestibulococlear y facial.

En el foramen yugular (véanse **figs. 36-42** y **36-43**). Se sitúa medial al bulbo superior de la vena yugular interna, de la cual lo separa el ligamento yugular. Se ubica por detrás del nervio glosofaríngeo y del seno petroso inferior y por adelante y medial al nervio accesorio.

En el espacio laterofaríngeo (**figs. 36-48** y **36-49**). Está representado en la parte alta por el ganglio inferior. Luego el nervio vago se coloca detrás de la arteria carótida interna y se aproxima a la vena yugular interna. El nervio glosofaríngeo se separa hacia adelante y el nervio accesorio lateralmente. El ganglio cervical superior del simpático está atrás y puede ser distinguido del ganglio inferior por sus dimensiones mayores y por todos los ramos que emite. El nervio hipogloso pasa por encima y detrás del ganglio simpático, por detrás del ganglio inferior y se sitúa entre la vena yugular interna, lateral, y el vago y la carótida interna, medialmente y por delante de los procesos [apófisis] transversos del atlas y del axis. Todos estos elementos están cubiertos por el proceso [apófisis] mastoides y por las inserciones superiores de los músculos esternocleidomastoideo y digástrico.

En la región carotídea (**fig. 36-50**). El nervio vago, transformado en tronco nervioso, ocupa el ángulo yugulocarotídeo posterior. Una vaina común rodea el nervio, la carótida y la vena yugular. Esta vaina emite hacia la profundidad tabiques que separan entre sí a los elementos mencionados. El nervio está alejado de las paredes de la región carotídea excepto de la pared posterior, donde se encuentra el tronco simpático cervical. La arteria tiroidea inferior cruza el nervio vago por su cara posterior.

En la base del cuello. Los dos nervios vagos presentan relaciones distintas:

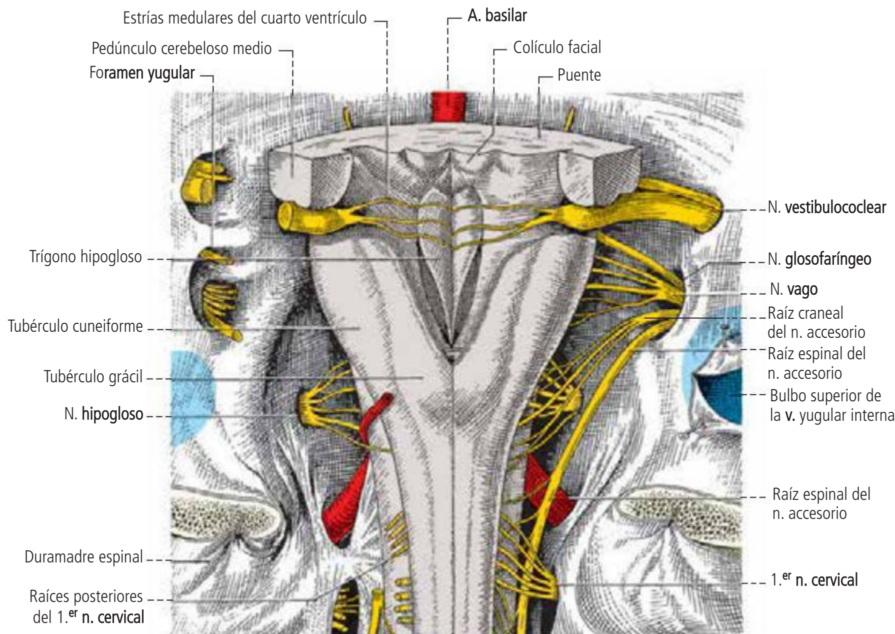


Fig. 36-47. Médula oblongada, vista por su cara posterior. (La piamadre ha sido extirpada).

- **Vago derecho:** está situado detrás del ángulo venoso yugulosubclavio derecho, delante de la arteria subclavia y medial al origen de la arteria vertebral. A este nivel se origina el nervio laríngeo recurrente derecho cuya concavidad contacta con la cara inferior y luego con la posterior de la arteria subclavia: **asa del nervio laríngeo recurrente**. Lateralmente se encuentran: el asa del simpático y el asa del frénico.
- **Vago izquierdo:** está situado detrás del ángulo venoso yugulosubclavio izquierdo. Aquí el nervio vago no cruza la arteria subclavia dado que esta se halla más lateral. Se adosa a la cara lateral de la arteria carótida común, medial a la subclavia izquierda, que aquí es casi vertical y en la que se encuentran el asa del simpático y el asa del nervio frénico izquierdo. Adelante, el conducto torácico describe un arco para terminar en el ángulo venoso yugulosubclavio izquierdo.

En el mediastino. Se relacionan de la siguiente manera:

- **Vago derecho:** penetra en el tórax luego de haber cruzado la arteria subclavia derecha, detrás del ángulo venoso yugulosubclavio. Abandona enseguida el eje arterial para situarse medialmente a la pleura mediastinal. Está en contacto con la tráquea, a la que cruza oblicuamente de adelante hacia atrás y de arriba hacia abajo, y se ubica por detrás de la vena cava superior, de la cual lo separan los nodos linfáticos paratraqueales derechos [intertraqueocavos]. Se observa entonces al nervio vago cruzando la cara profunda del arco de la vena ácigos y pasando por detrás del origen del bronquio principal derecho, donde cruza la arteria bronquial derecha. Es el **segmento a nivel de la raíz pulmonar** [pediculo pulmonar] del nervio (**fig. 36-51**). Más abajo se lo encuentra cruzando en forma de una X muy alargada el borde derecho del esófago, por delante de la vena ácigos, donde abandona numerosos ramos dispuestos en peldaños de escalera para el pulmón. Se coloca por último detrás y a la derecha del esófago. Luego adopta una disposición fasciculada; el tronco del nervio se vuelve menos individualizado en la parte inferior del tórax.
- **Vago izquierdo:** penetra en el tórax por detrás de la arteria carótida común y por delante de la arteria subclavia. Se dirige lateralmente, la carótida lo separa de la tráquea. Llegado al arco de la aorta, cruza su cara lateral. Se dirige hacia abajo y atrás, pasa por detrás del ligamento arterioso que lo separa del nervio frénico izquierdo, ubicado abajo y adelante. El nervio vago atrás, el frénico adelante y la arteria pulmonar izquierda abajo, delimitan un triángulo que circunscribe a la región del ligamento arterioso y del ganglio cardíaco [de Wrisberg]. El vago izquierdo pasa lateralmente y por detrás del ligamento arterioso y a nivel del borde inferior del arco aórtico da origen al **nervio laríngeo recurrente izquierdo**, que pasa por debajo del arco aórtico para situarse en el ángulo traqueoesofágico por donde asciende. En su **segmento a nivel de la raíz pulmonar** [pediculo pulmonar] (**fig. 36-51**), el vago izquierdo pasa por detrás del bronquio principal izquierdo, muy cerca del pulmón al cual da numerosos ramos transversales. Más abajo, se coloca delante y a la izquierda del esófago donde adopta, como a la derecha, una disposición fasciculada.

En el hiato esofágico. Los **dos troncos vagales** son solidarios del esófago, el **anterior** adelante y a la izquierda, el **poste-**

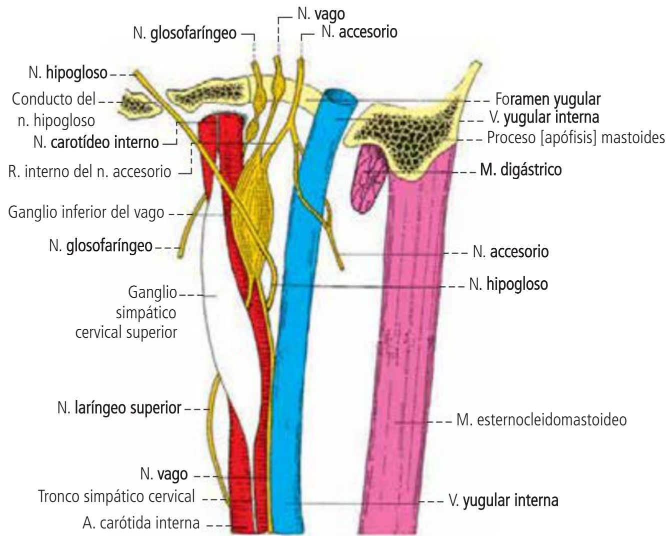


Fig. 36-48. Vista posterior esquemática de los elementos vasculonerviosos del espacio retroestíleo, lado derecho.

rior atrás y a la derecha. Cambian entre sí numerosas comunicaciones y su aspecto troncular a veces desaparece en beneficio de un sistema plexiforme.

En el abdomen. Los dos troncos divergen: el **posterior** retroesofágico se ubica en la región celíaca en la cara posterior del cardias, por detrás del peritoneo parietal, donde se divide en sus ramos terminales. El **tronco vagal anterior** sigue al esófago, llegado al cardias se entremezcla con ramas esofágicas y del fondo gástrico provenientes de la arteria gástrica izquierda, penetra en el omento [epiplón] menor y termina en la pared superior de la curvatura gástrica menor, de donde parten nervios anteriores para el estómago y filetes hepáticos.

Distribución

Ramos colaterales

Los ramos del vago son innumerables y están dispuestos en todos los sentidos y sobre todo en el trayecto del nervio (**fig. 36-52**). Del lado lateral del ganglio superior, el nervio origina un

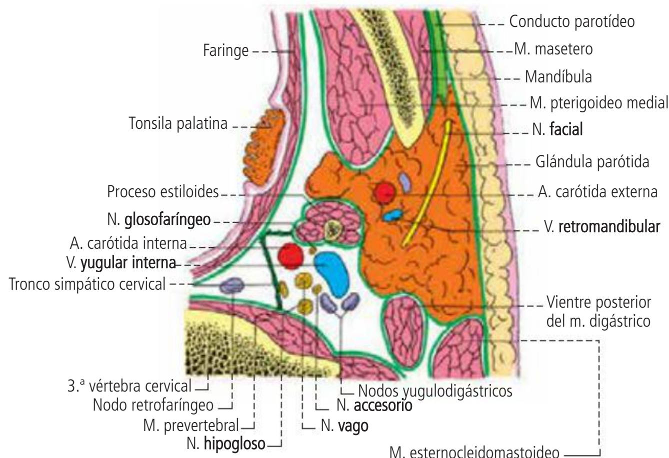


Fig. 36-49. Corte horizontal del espacio laterofaríngeo, a nivel de la 3.ª vértebra cervical, lado derecho.

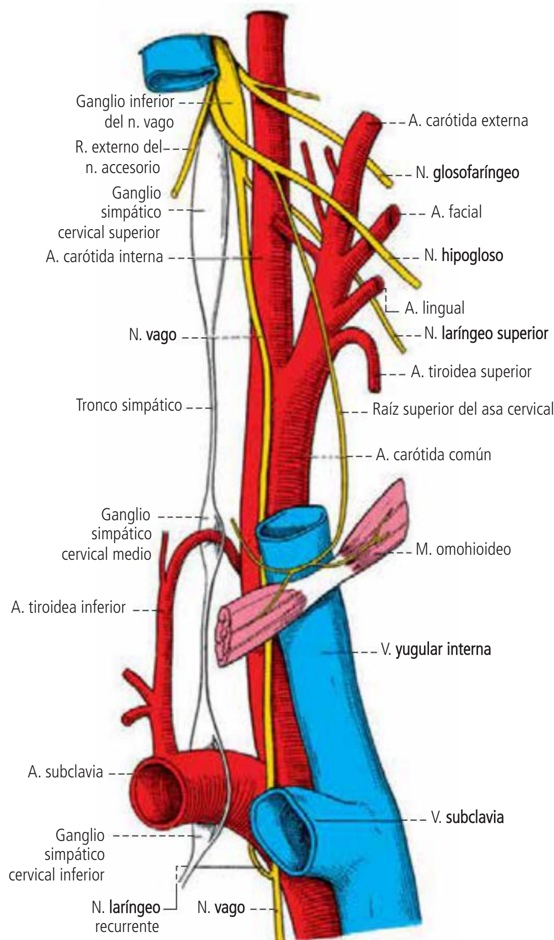


Fig. 36-50. Relaciones de los nervios y de los vasos principales del cuello, lado derecho, vista lateral.

pequeño **ramo meníngeo** que penetra en el cráneo por el foramen yugular y se distribuye en la duramadre vecina al seno sigmoideo. Del ganglio también emerge un **ramo auricular** que se dirige por el conductillo mastoideo, sale a través de la fisura timpanomastoidea hacia la cara posterior de la oreja y parte posterior del conducto auditivo externo.

Colaterales cervicales:

- **Ramos faríngeos** (somatomotores y sensitivos): de la parte lateral y superior del ganglio inferior se dirigen medial y lateralmente a la carótida interna. Se reúnen con los ramos faríngeos del nervio glosofaríngeo y del simpático, para formar el plexo faríngeo entre la capa muscular y la fascia perifaríngea: en la parte superior se aplica contra el constrictor superior. En la parte inferior se aplica contra el constrictor medio y comprende solo filetes del nervio vago y del simpático. Del plexo faríngeo parten filetes que inervan los músculos de la faringe y del velo del paladar; otros filetes están encargados de conducir la sensibilidad de la mucosa faríngea.
- **Ramos vasculares**: para los vasos carotídeos (contribuyen a la inervación del glomus carotídeo).
- **Ramos cardíacos cervicales superiores**: se originan en el cuello por debajo del ganglio inferior, siguen en sentido inverso a los vasos carotídeos por delante de ellos y, comunicados con nervios cardíacos del simpático, terminan en la parte profunda del plexo cardíaco.
- **Ramos cardíacos cervicales inferiores**: los originados del vago derecho llegan a la porción profunda del plexo cardíaco, y los originados del vago izquierdo llegan a la porción superficial del plexo cardíaco.
- **Nervio laríngeo superior**: este nervio, sensitivo y motor, también se origina del ganglio inferior del NC X. Adopta un trayecto descendente, se ubica medial a la arteria carótida interna y, a nivel del asta mayor del hueso hioides, se divide en un ramo externo y un ramo interno. El ramo externo (motor) desciende,

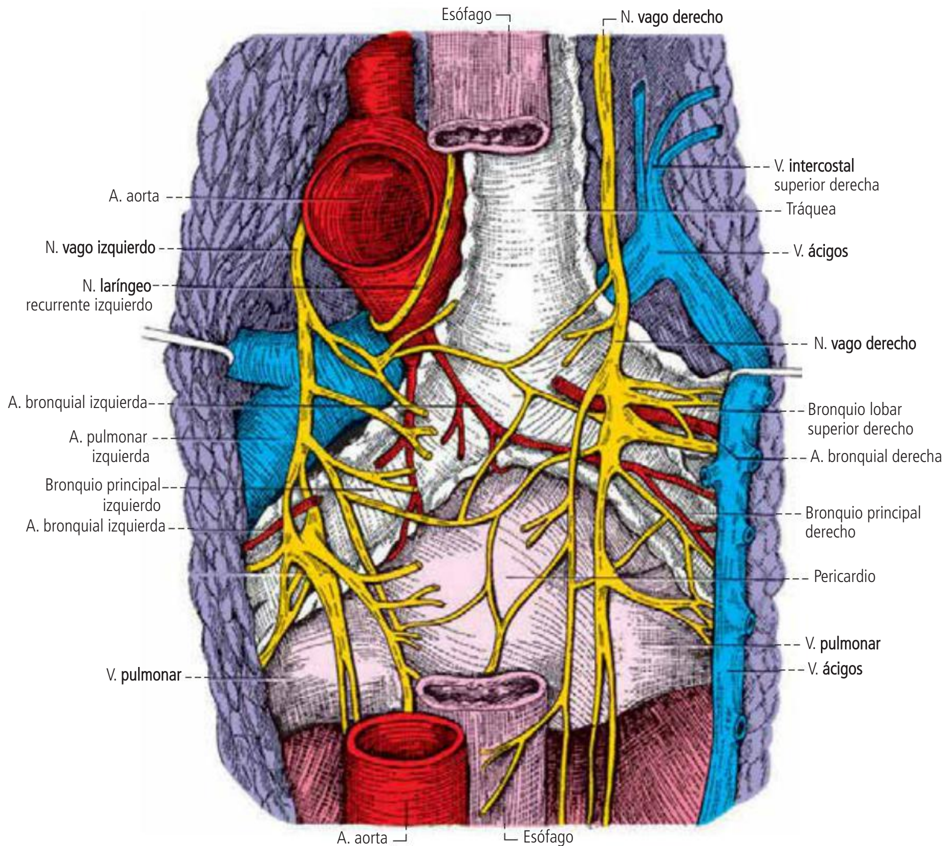


Fig. 36-51. Relaciones de los nervios vagos a nivel de la raíz pulmonar, vista posterior.

por debajo de los músculos infrahioideos, hasta el músculo cricotiroideo al que inerva, al igual que al músculo constrictor inferior de la faringe. Su lesión durante la disección y ligadura del pedículo tiroideo superior produce fonastenia. El ramo interno (sensitivo) del nervio laríngeo superior perfora la membrana tirohioidea junto a la arteria laríngea superior, extendiéndose debajo de la mucosa del receso piriforme e inervando la mucosa de las valléculas epiglóticas, la epiglotis y la porción de la laringe que está próxima a la rima glótica. El ramo interno del nervio laríngeo superior emite un ramo comunicante para el nervio laríngeo recurrente (véase **Laringe**).

- **Nervios laríngeos recurrentes** [inferiores]: el derecho describe un arco por debajo de la arteria subclavia derecha y medial al asa subclavia del simpático. El izquierdo nace en el tórax. Son los nervios motores de la laringe. Sus fibras provienen del núcleo de la raíz craneal del nervio accesorio. Sus trayectos, relaciones y distribución se describen con los nervios de la laringe.

Nervio laríngeo recurrente derecho. Originado del vago derecho se origina en la base del cuello a nivel de la arteria subclavia derecha, a la que rodea formando el asa del nervio laríngeo recurrente. Luego el nervio asciende por el ángulo traqueoesofágico, atraviesa el músculo constrictor inferior de la faringe, para inervar la mucosa de la rima glótica y los músculos laríngeos con excepción del músculo cricotiroideo. Se une con el ramo interno del nervio laríngeo superior a través del ramo comunicante para el nervio laríngeo recurrente. En su trayecto el nervio laríngeo recurrente emite ramos traqueales, esofágicos y faríngeos (para el músculo constrictor inferior de la faringe).

Nervio laríngeo recurrente izquierdo. Nace a nivel del tórax, en el borde inferior del arco aórtico, al que rodea, y asciende por el ángulo traqueoesofágico izquierdo. Atraviesa el músculo constrictor inferior de la faringe e inerva la mucosa de la rima glótica y los músculos laríngeos. Al igual que el nervio laríngeo recurrente derecho se une con el ramo interno del nervio laríngeo superior a través del ramo comunicante para el nervio laríngeo recurrente. En su trayecto emite ramos traqueales, esofágicos y faríngeos.

Colaterales torácicos:

- **Plexo esofágico:** se origina por encima de la bifurcación traqueal, por fibras provenientes de los dos nervios vagos y a la

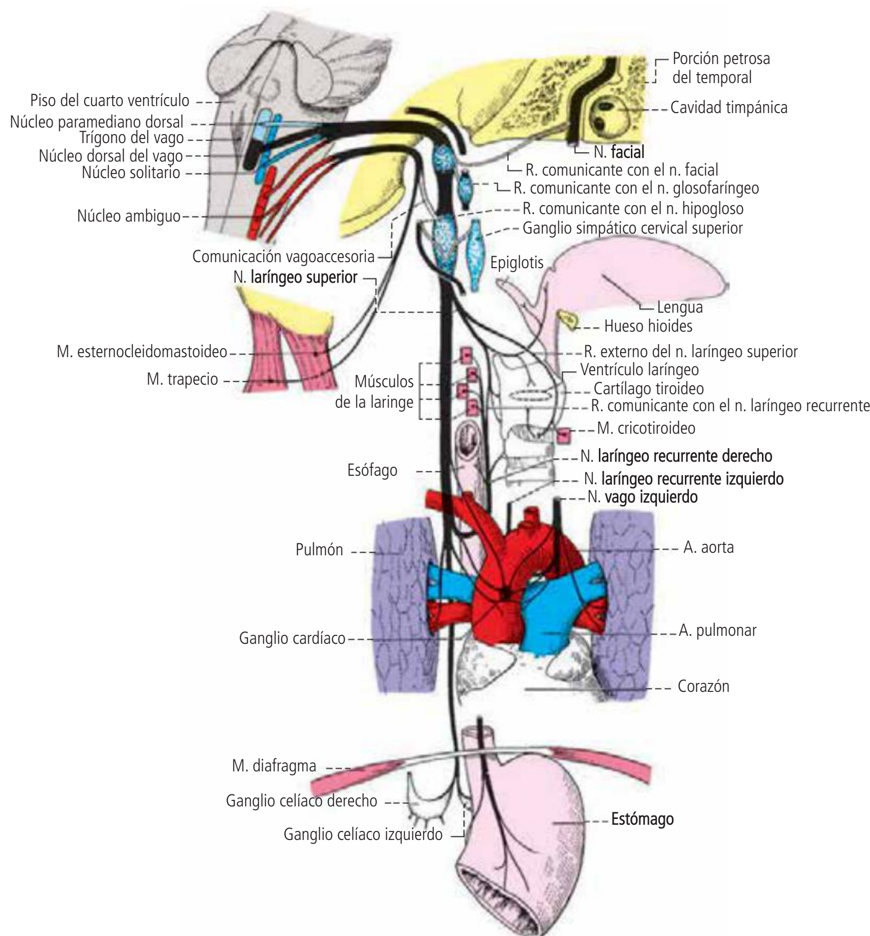


Fig. 36-52. Nervio vago y nervio accesorio (Pitres y Testut).

izquierda también recibe fibras del nervio laríngeo recurrente izquierdo.

- **Nervio laríngeo recurrente izquierdo** (véase **Laringe**).
- **Ramos cardíacos torácicos [medio e inferior]:** proceden de los nervios vagos directamente y de los nervios laríngeos recurrentes. Contribuyen a formar el plexo cardíaco (véase **Corazón**).
- **Ramos bronquiales:** estos ramos se originan por debajo del nacimiento de los nervios laríngeos recurrentes y se dirigen hacia el hilio pulmonar. Sobre las caras anterior y posterior del hilio pulmonar conforman el plexo pulmonar, que inerva la pleura visceral, los vasos y los bronquios (véase **Vascularización e inervación de los pulmones**).

Ramos terminales

Son ramos abdominales (**figs. 36-53** y **36-54**). Del plexo esofágico se originan dos troncos vagales: uno anterior y otro posterior. Estos troncos poseen fibras de ambos nervios vagos.

Tronco vagal anterior. es el tronco más pequeño de los dos. Luego de atravesar el hiato esofágico emite ramos gástricos anteriores, para la cara anterior del estómago; el nervio anterior de la curvatura menor, que corre por la cara anterior de la curvatura menor del estómago; ramos hepáticos para el porta hepático, y un ramo pilórico para el píloro.

Tronco vagal posterior. Es el tronco más grande de los dos. Después de atravesar el hiato esofágico posterior al esófago emite ramos gástricos posteriores, que inervan la cara posterior del estómago; el nervio posterior de la curvatura menor, que se ubica a lo largo de la cara posterior de la curvatura menor del estómago; ramos celíacos, para el plexo celíaco, y ramos renales, que van a conformar el plexo renal.

Ramos comunicantes

Son numerosos. Se destacarán:

- Los comunicantes de los dos vagos entre sí, en particular, alrededor del esófago y, en general, en la vecindad de las vísceras.
- Los ramos comunicantes con otros nervios craneales: facial, glosofaríngeo, accesorio e hipogloso.
- Los ramos comunicantes con el simpático que pueden ser: directos, entre el vago y el tronco simpático o sus ganglios, o indirectos, por intermedio de sus ramos o de los plexos viscerales.

Anatomía funcional

Es difícil resumir todas las funciones aseguradas por este nervio mixto. Su cualidad de nervio vegetativo parasimpático es, sin embargo, preponderante.

Actividad somatomotora. Corresponde a la inervación de la faringe (deglución). En cuanto a la motricidad laríngea, aborda a los músculos por las fibras de la raíz craneal del nervio accesorio, proveniente del núcleo ambiguo que comparten ambos nervios craneales.

Actividad somatosensitiva. Su territorio cubre la cara posterior de la lengua, las mucosas faríngea y laríngea (punto de partida de los reflejos de la tos, del vómito y de la deglución).

Actividad visceromotora. Es antagonista de la porción simpática del sistema nervioso autónomo en la inervación de los músculos lisos del tubo digestivo, de los cuales dirige la contracción. La vagotomía provoca una atonía gástrica, intestinal y cólica. El vago, por otra parte, disminuye la frecuencia de contracción cardíaca. Es, por último, un nervio secretorio, en particular en las glándulas gástricas.

Actividad viscerosensitiva. Es considerable y se extiende en los pulmones, desde donde conduce las aferencias, generadoras de los movimientos respiratorios, y desde toda el área esplácnica.

A causa de las comunicaciones entre los dos vagos, la vagotomía unilateral no es seguida de efectos evidentes. La **vagotomía quirúrgica** (utilizada como una opción para el tratamiento de la úlcera gastroduodenal, en particular) puede ser total, selectiva o superselectiva. Esta última exige la disección minuciosa de los ramos terminales del tronco vagal anterior (nervios anterior y posterior, de A. Latarjet) y la conservación de los ramos antropilóricos. Esta llamada "vagotomía superselectiva", que secciona también los nervios periarteriales aferentes en la curvatura gástrica menor, constituye en realidad una "denervación gástrica selectiva".

Nervio accesorio (XI)

Se designa bajo este nombre a un tronco nervioso que reúne, en corta extensión, fibras de orígenes muy diferentes: unas constituyen la **raíz craneal** del nervio accesorio, esencialmente motora de la laringe, y las otras forman la **raíz espinal**, que inerva los músculos esternocleidomastoideo y trapecio. El nervio accesorio es un nervio **exclusivamente motor**.

Orígenes reales

Se localizan en la médula oblongada y la médula espinal (véanse **figs. 36-1** y **36-47**).

Núcleo medular [bulbar]. Está situado en la médula oblongada, inmediatamente debajo del núcleo ambiguo, medial y delante del núcleo gelatinoso del nervio trigémi-

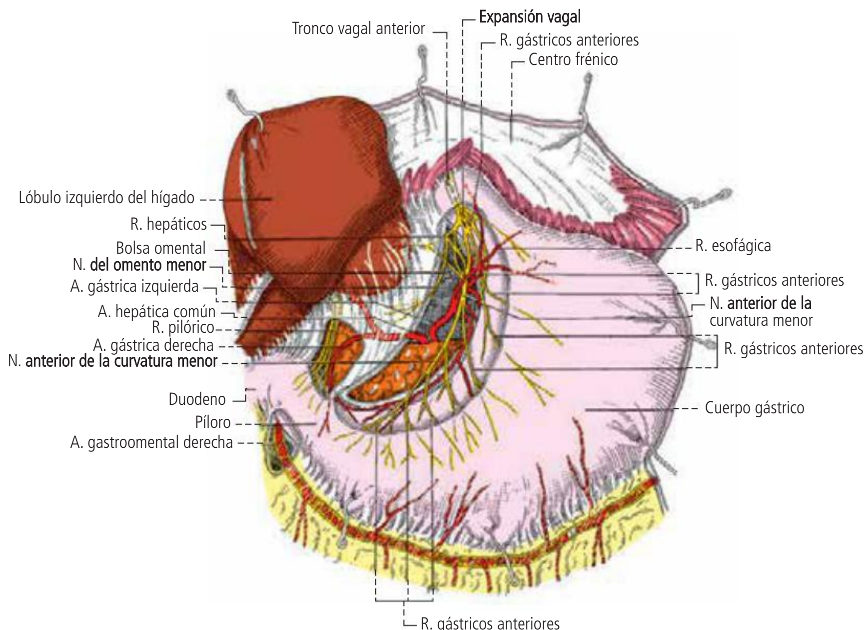


Fig. 36-53. Nervios del estómago, vista anterior (Latarjet y Wertheimer).

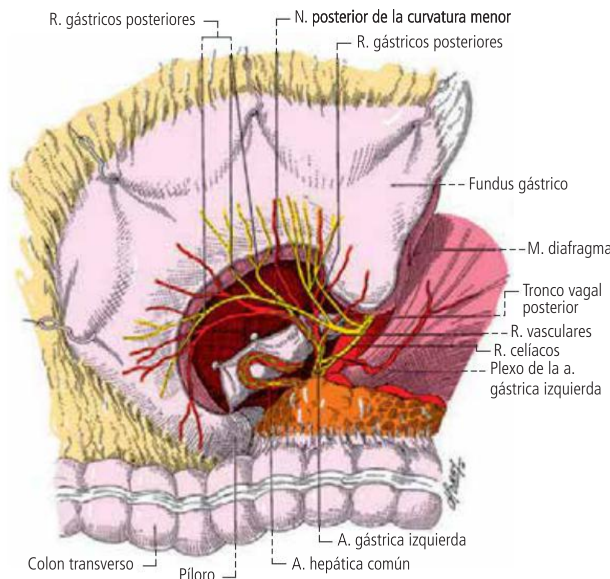


Fig. 36-54. **Nervios del estómago, cara posterior (Latarjet y Wertheimer). El ligamento gastrocólico ha sido seccionado y el estómago rebatido hacia arriba.**

no (en la porción caudal del núcleo espinal de este) y lateral y delante del núcleo del nervio hipogloso. De allí parten las fibras que inervan la laringe. Las fibras que emergen de este núcleo se consideran la **raíz craneal** del nervio accesorio.

Núcleo espinal. Está situado en la parte lateral del asta anterior y se extiende en altura desde la médula oblongada hasta el 5.° mielómero cervical. Las fibras parten con un trayecto en forma de Z, emergiendo de la médula espinal por encima de su segmento de origen. Estas fibras inervan los músculos esternocleidomastoideo y trapecio. Constituyen la **raíz espinal** del nervio accesorio.

Origen aparente

Está constituido por la raíz medular [bulbar], superior, y raíz espinal, inferior (véase **fig. 36-27**).

La **raíz craneal**, formada por numerosos filetes nerviosos, emerge del surco retroolivar, por debajo del vago; los filetes se fusionan entre sí y forman un tronco delgado que se dirige hacia adelante y lateralmente. Estas fibras formarán el ramo interno del nervio accesorio que se une al nervio vago.

La **raíz espinal** emerge del surco lateral posterior de la médula espinal, también como numerosos filetes, entre las raíces posteriores de los nervios espinales y los ligamentos dentados. El filete de origen más bajo del nervio está por encima de la 4.ª raíz cervical, el más alto por encima de la 1ª raíz. Estos filetes se unen y el tronco así formado cursa por el conducto (canal) vertebral, hacia el foramen magno, por el cual ingresa en el cráneo a nivel de la fosa cerebelosa. Estas fibras formarán el ramo externo del nervio accesorio cuyos ramos inervan los músculos esternocleidomastoideo y trapecio.

Ambas raíces, así originadas, se reúnen y forman el tronco del nervio en la vecindad del foramen yugular dentro del cráneo.

Trayecto

El nervio accesorio sale del cráneo por el foramen yugular. Inmediatamente por debajo de este se divide en dos ramos:

A. Un **ramo interno**, que se dirige al ganglio inferior del nerio vago con todas las fibras procedentes del núcleo medular (comunicación vagoaccesoria).

B. Un **ramo externo**, con fibras provenientes del núcleo espinal, que recorre el espacio retroestíleo de medial a lateral y llega a la cara profunda del músculo esternocleidomastoideo. Luego se dirige hacia atrás en la parte superior del cuello, por la cara profunda del músculo trapecio, en el cual termina.

Relaciones

En la porción intravertebral. Las raíces de origen espinal están situadas entre el ligamento dentado por adelante y las raíces posteriores de los primeros nervios cervicales por atrás. Estos últimos son cruzados casi en ángulo recto por las fibras del nervio.

En el foramen magno. El nervio accesorio se relaciona con la parte lateral de este foramen, por detrás del nervio hipogloso y de la arteria vertebral y por delante y debajo del hemisferio cerebeloso.

En la fosa cerebelosa. El accesorio se sitúa por detrás del vago, entre la base del cráneo y el cerebelo. Está comprendido en una vaina aracnoidea común con el nervio glosofaríngeo y el nervio vago a los que acompaña hasta el foramen yugular.

En el foramen yugular (véase **fig. 36-42**). El nervio accesorio es el más lateral de los tres nervios craneales que atraviesan el foramen, situado lateralmente al vago, por detrás del nervio glo-

sofaríngeo y medial al bulbo superior de la vena yugular interna, de la cual lo separa el ligamento yugular.

En el espacio retroestíleo (véanse **figs. 36-48** y **36-49**). Proporciona sus dos ramos terminales. El **ramo interno**, corto y menos grueso que el externo, se une a la cara lateral y superior del ganglio inferior del vago, formado fundamentalmente por las fibras de la raíz craneal (contribuye a la inervación de la faringe y de la laringe). El **ramo externo**, principalmente constituido por fibras de origen en la médula espinal cervical, se dirige hacia abajo y lateralmente. Se separa del nervio vago y de la arteria carótida interna, que quedan mediales al nervio glosofaríngeo, que se ubica hacia adelante. Por atrás se relaciona con el ganglio cervical superior del tronco simpático y el nervio hipogloso. Lateralmente se relaciona con la vena yugular interna y los nodos linfáticos yugulodigástricos. El nervio accesorio cruza a la vena yugular interna, ya sea por adelante o por atrás, o en un asa venosa. Cruza por detrás del vientre posterior del digástrico y la arteria occipital, antes de llegar a la cara profunda del esternocleidomastoideo, al cual penetra a nivel de la 3.ª vértebra cervical.

En el cuello (**fig. 36-55**). El nervio accesorio se dirige hacia abajo y atrás cruzando o perforando al esternocleidomastoideo. Se hace superficial entre el borde posterior de este músculo y el borde anterior del trapecio, a unos cuatro centímetros por debajo del lóbulo de la oreja. Reposa sobre el músculo elevador de la escápula y está cubierto por la lámina superficial de la fascia cervical y la piel. Se relaciona con los ramos del plexo cervical superficial y con los nodos linfáticos. Cruza el borde anterosuperior del músculo trapecio y sigue su cara profunda para penetrar en él.

Distribución

Nervios para el músculo esternocleidomastoideo (**fig. 36-56**). Se originan de un asa nerviosa constituida por la comunicación del nervio accesorio con la comunicación que une al 2.° y 3.° nervio cervical.

Nervio del músculo trapecio (**fig. 36-56**). Es el ramo terminal del accesorio que desciende hacia el borde inferior del músculo, en compañía de la rama descendente de la arteria cervical transversa proveniente de la subclavia, se ubica profundo al músculo elevador de la escápula y luego del músculo romboides.

Ramos comunicantes. Con el nervio vago (comunicante vagoaccesoria) y con el plexo cervical.

Anatomía funcional

Para comprender su función es fundamental remarcar la diferencia entre los dos orígenes de sus fibras, **craneal** y **espinal**:

– La **porción craneal** del nervio contiene fibras motoras para la laringe que llegan a los músculos efectores mediante la comunicación con el nervio vago y sus ramos laríngeos recurrentes. Controla la glotis y, por lo tanto, participa en la ventilación y la fonación.

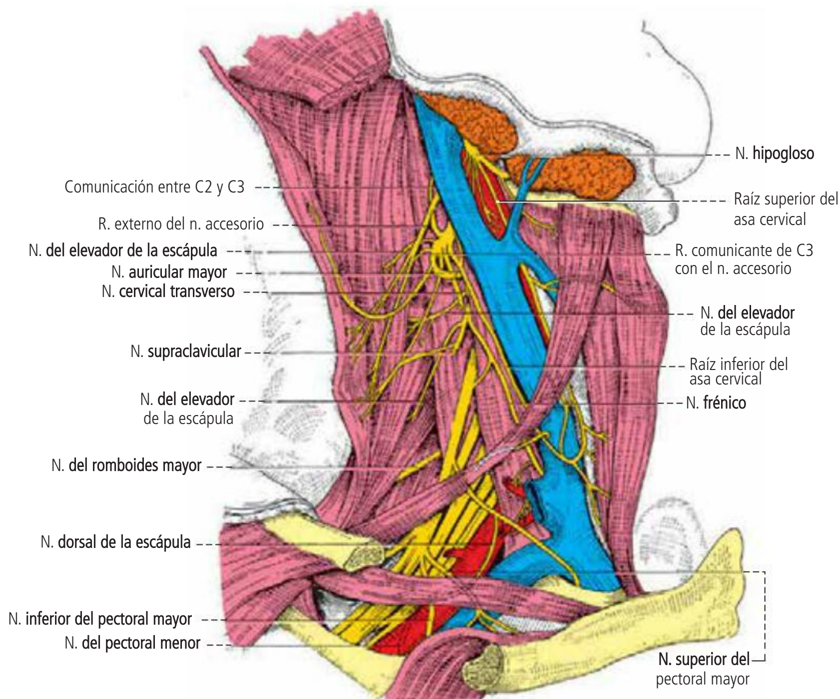


Fig. 36-55. Plexo cervical, vista lateral derecha, luego de la ablación del músculo esternocleidomastoideo.

– La **porción espinal** contiene fibras destinadas a los músculos que movilizan la cabeza en tres sentidos: la flexión (esternocleidomastoideo), la extensión (trapecio) y la inclinación lateral (acción homolateral del esternocleidomastoideo y del trapecio). Actúa igualmente en los movimientos de rotación por la acción contralateral del esternocleidomastoideo. Por otra parte, el trapecio es muy activo en los movimientos de la escápula y del hombro.

El ramo externo del nervio accesorio se ve amenazado en algunos vaciamientos de nodos linfáticos del cuello (adenopatías posteriores). Su sección a este nivel provoca una parálisis del trapecio y, en consecuencia, una marcada dificultad en los movimientos de elevación del hombro, con una atrofia que modifica la forma y el aspecto de la región de manera característica.

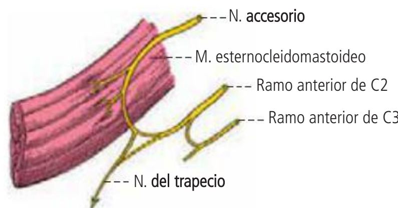


Fig. 36-56. Esquema de la inervación del músculo esternocleidomastoideo y del músculo del trapecio.

Nervio hipogloso (XII)

Nervio **motor** destinado a inervar los músculos de la lengua, los músculos de la región infrahioidea y el músculo geniohioideo que pertenece a la región suprahioidea.

Origen real

Núcleo del nervio hipogloso. Es un núcleo somatomotor, situado profundo al piso del cuarto ventrículo cercano al plano mediano, donde ocupa el trígono del nervio hipogloso (véanse **figs. 36-1**, **36-2** y **36-46**). Este núcleo desciende varios milímetros profundo al piso del cuarto ventrículo. Está relacionado con la corteza cerebral a través del tracto corticonuclear.

Sus fibras, originadas en este núcleo, se dirigen hacia adelante pasando entre el lemnisco medial y el núcleo ambiguo, luego entre el fascículo piramidal y el núcleo olivar inferior. Emergen, pues, medialmente y delante de la oliva inferior.

Origen aparente

Emerge mediante varios filetes que se unen para constituir el nervio hipogloso, por el surco preolivar de la médula oblongada (véase **fig. 36-27**).

Trayecto

Una vez que el nervio se ha constituido, se dirige hacia abajo y adelante. Sale del cráneo por el **conducto (canal) hipogloso** y penetra en el espacio retroestíleo. Atraviesa este espacio de arriba hacia abajo, de medial a lateral y de atrás hacia adelante. Describe una curva cóncava adelante y arriba; emerge debajo del músculo digástrico (véase **fig. 36-44**), cruza el sector superior de la región carotídea, pasando por encima del asta mayor del hioides, y penetra en la celda submandibular y luego en el piso de la boca donde termina.

Relaciones

En la cavidad craneal (véase **fig. 36-47**). Está situado por encima del foramen magno, rodeado de una vaina de piamadre en el espacio subaracnoideo. Pasa detrás de la arteria vertebral y adelante de la arteria cerebelosa inferior y posterior y de las raíces espinales del nervio accesorio. En su travesía por el conducto hipogloso se encuentra acompañado por un plexo venoso que se anastomosa medialmente con el plexo venoso del foramen magno y fuera del cráneo con venas de la nuca y con el seno petroso inferior (trayecto extracraneal).

En el espacio retroestíleo (véanse **figs. 36-48** y **36-49**). En su comienzo es el elemento más posterior y medial de los contenidos en este espacio. Dirigido hacia abajo y lateralmente, cruza la cara lateral de los ganglios inferior [plexiforme] del vago y del ganglio cervical superior del simpático que lo separa de la arteria carótida interna. Pasa detrás del nervio vago e, inclinándose hacia adelante, se ubica medial a la vena yugular interna contorneando la cara lateral del vago y de la carótida interna; situado en la cara profunda del digástrico, cruza a la arteria occipital y aparece bajo el borde inferior del vientre posterior del músculo digástrico.

En la región carotídea superior (**figs. 36-44**, **36-57** y **36-58**). Constituye el borde superior del triángulo [de Farabeuf] (**fig. 36-58**), limitado atrás por la vena yugular interna y abajo y adelante por la vena facial. El nervio hipogloso rodea aquí la cara lateral de la arteria carótida externa por debajo del origen de la arteria occipital a la que "le da el brazo" (Gregoire) y cruza lateral a sus ramas lingual y a veces la facial.

En el triángulo submandibular [región suprahioidea lateral] (**fig. 36-59**). El nervio hipogloso está oculto por la glándula submandibular (véase **fig. 36-24**) que cubre en forma variable al hueso hioides. El nervio está, al principio, en el área del triángulo formado por fuera del músculo hiogloso y por debajo del vientre posterior del digástrico y del músculo estilohioideo encima del asta mayor del hioides [triángulo de Béclard]. Los cruza medialmente para participar enseguida en la constitución de un triángulo [de Pirogoff], detrás del borde posterior del milohioideo, debajo del lingual, encima del tendón intermedio del digástrico. El nervio hipogloso se aplica a la cara superficial del músculo hiogloso que lo separa de la arteria lingual. El nervio pasa profundo a la glándula submandibular, el vientre posterior del digástrico, su tendón intermedio y el músculo estilohioideo. Está acompañado por la vena lingual; hacia la celda sublingual es profundo con relación al borde posterior del músculo milohioideo.

En el piso de la boca (**fig. 36-57**). Se sitúa debajo del conducto submandibular. Ocupa la parte más baja de esta región entre el milohioideo afuera y el geniogloso medialmente. Asciende hacia la punta de la lengua y, por delante del borde anterior del hiogloso, el nervio se divide en sus ramos terminales.

Distribución

Ramos colaterales

El nervio hipogloso emite un **ramo meníngeo**, intracraneal, originado en el conducto hipogloso; vuelve al cráneo y se dis-

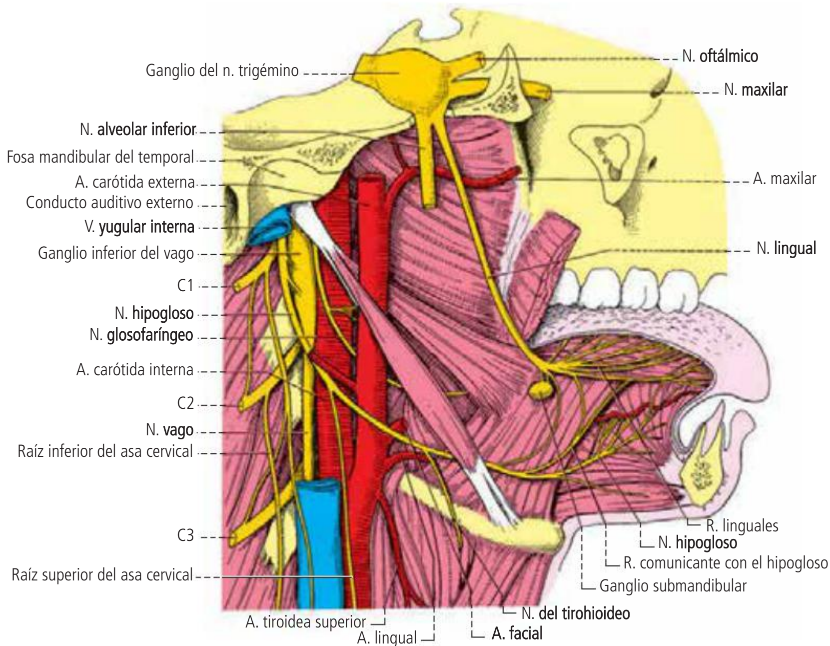


Fig. 36-57. **Nervios de la lengua, lado derecho, vista lateral (después de la ablación de la mandíbula).**

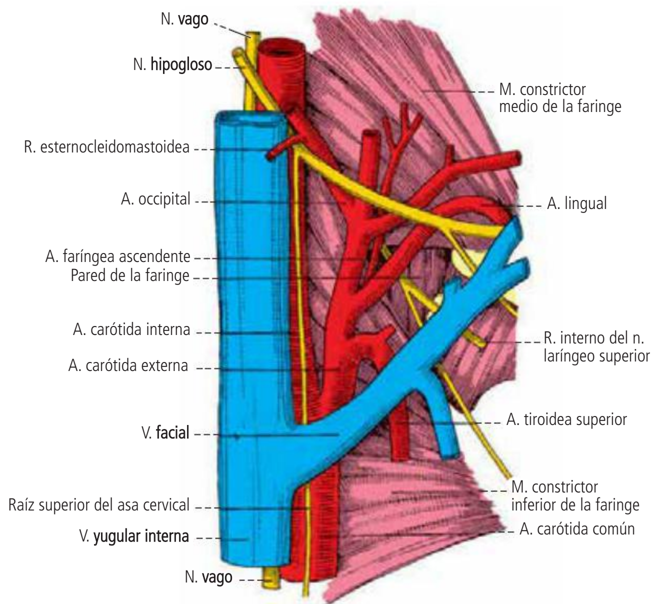


Fig. 36-58. **Región cervical anterior, porción superior, lado derecho [triángulo de Farabeuf] (según Paturet).**

tribuye en el diploe occipital y de la pared anterior de la fosa craneal posterior, y la duramadre de los senos occipital y petroso inferior.

Además el nervio hipogloso abandona sucesivamente:

- **Ramos comunicantes con el nervio vago y el plexo cervical:** en el espacio retroestíleo, proceden de un arco nervioso que forman por delante del atlas los dos primeros nervios cervicales. Estos filetes se dirigen medialmente para alcanzar el nervio hipogloso a nivel del ganglio inferior del nervio vago y algunos terminan en este ganglio.
- **Raíz superior del asa cervical** (**figs. 36-55** y **36-60**). Este **"ramo descendente"** del hipogloso corresponde a fibras del nervio espinal C1, tiene un trayecto inicial en el que acompaña íntimamente al nervio hipogloso, aparentando emerger de él, motivo por el cual tradicionalmente recibió este nombre aunque hoy se sabe que no es un ramo del hipogloso. Por este motivo se denomina **raíz superior del asa cervical**. Se separa del hipogloso en la curva que este realiza a la arteria occipital. Se sitúa dentro de la vaina de la arteria carótida interna y sigue su recorrido, luego el de la arteria carótida común hasta su cruce con el músculo omohioideo. Aquí este ramo se comunica con un ramo procedente del plexo cervical y forma el **asa cervical** [del hipogloso], que distribuye sus ramos a los músculos infrahioideos: omohioideo, esternocleidohioideo, esternotiroideo. Las fibras que proceden de los dos primeros nervios cervicales se integran por múltiples comunicaciones a los distintos filetes del tronco del hipogloso. La microdisección demuestra (De Vecchi) que la inervación de los músculos infrahioideos procede de fibras aportadas por el ramo descendente, es decir fibras espinales cervicales, y no por fibras provenientes del núcleo del nervio hipogloso. Las fibras para la inervación de los músculos infrahioideos acompañan, pues, al hipogloso en su trayecto inicial extracraneal partiendo originalmente del plexo cervical y formando el **asa cervical**.
- **Los ramos musculares** (véanse **figs. 36-55** y **36-57**):

A. Del **músculo tirohioideo**: se origina por detrás del borde posterior del músculo hiogloso; se dirige abajo y adelante, cruza lateralmente el cuerno mayor del hioides, para terminar en la parte alta del músculo.

B. Del **músculo estilogloso**: se origina a nivel de la cara lateral del músculo hiogloso y se dirige oblicuo hacia arriba y atrás penetrando en el músculo por su borde inferior.

C. Del **músculo hiogloso**: se origina del precedente o del nervio hipogloso, y penetra el músculo por su cara lateral.

D. **Comunicantes con el lingual**: en número de dos o tres ramos se desprenden del hipogloso hacia el lingual y describen un asa de concavidad posterior en la cara lateral del hiogloso.

E. Del **músculo geniohioideo**: se origina en la celda sublingual en la cara lateral del hiogloso y se dirige abajo y adelante para alcanzar la cara lateral del músculo.

Ramos terminales

Forman un abanico dirigido hacia arriba en el macizo lingual, de donde emergen las inervaciones destinadas a los **músculos de la lengua** (véase **fig. 36-57**):

- Intrínsecos: para el longitudinal superior, para el longitudinal inferior y el transverso.
- Extrínsecos: músculos de inserciones óseas: geniogloso, hiogloso y estilogloso; con inserciones faríngeas: palatogloso, porción glosofaríngea del constrictor superior y amigdalogloso.

Comunicaciones

El nervio hipogloso se comunica: con el simpático (ganglio cervical superior), con el nervio vago y con el plexo cervical, no solamente a través del asa cervical, sino también por los dos primeros nervios cervicales. Esta comunicación aporta al nervio hipogloso fibras que lo acompañan destinadas a los músculos infrahioideos de las cuales este nervio craneal **no es el responsable**. Se comunica además con el lingual en el piso de la boca por una o dos asas nerviosas que pasan mediales al conducto submandibular.

Anatomía funcional

El nervio hipogloso es, casi exclusivamente, el **nervio motor de la lengua**. Tiene una acción directa en las funciones que corresponden a este órgano: masticación, deglución y fonación.

Su acción vasomotora sobre las ramas de la arteria carótida externa proviene de fibras recogidas por sus comunicaciones con el simpático.

El hipogloso queda expuesto en todos los vaciamientos de nodos linfáticos cervicales. Se lo respeta puesto que su parálisis, incluso unilateral, crea importantes dificultades desde el punto de vista funcional.

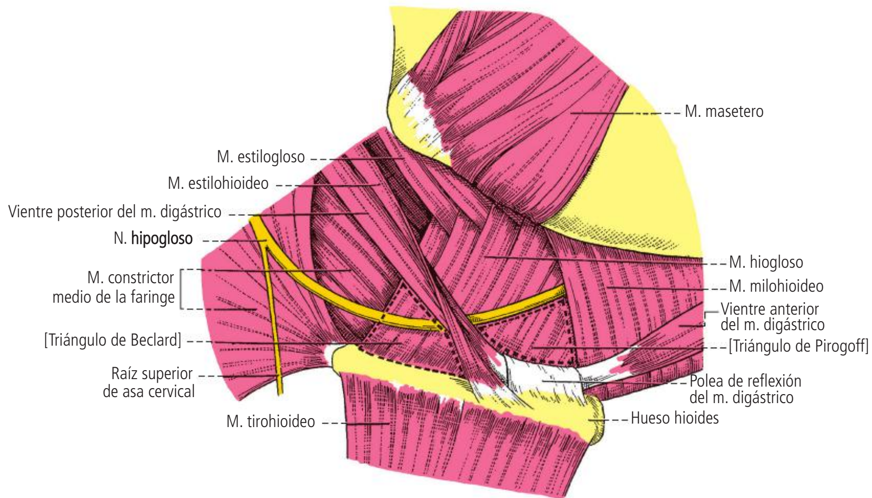


Fig. 36-59. Nervio hipogloso en la región suprahioidea, vista lateral derecha (según Paturet).

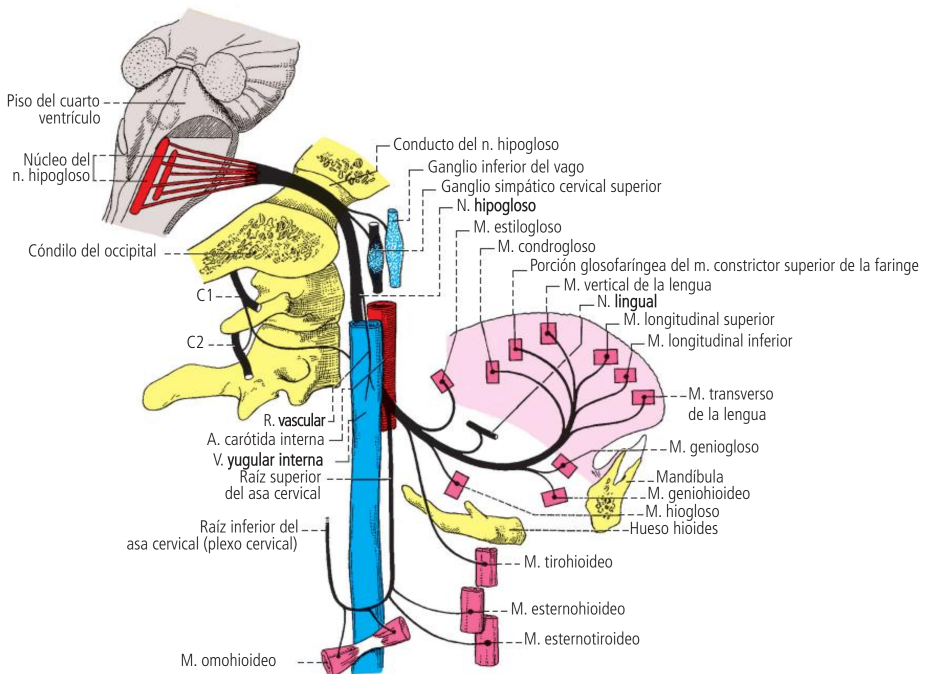


Fig. 36-60. Nervio hipogloso (Pitres y Testut).

Véanse **Caso clínico:** *Adenoma pleomorfo de parótida*

Nervios espinales

VIII

Nervios espinales

Los nervios espinales [raquídeos] emergen por pares a la derecha y a la izquierda de la médula espinal, a partir de las **raíces espinales** anterior y posterior. Son nervios mixtos que contienen fibras motoras, sensitivas y del sistema nervioso autónomo. Se los divide en:

- Ocho nervios cervicales
- Doce nervios torácicos
- Cinco nervios lumbares
- Cinco nervios sacros
- Un nervio coccígeo

En total, treinta y un pares de nervios espinales que llevan el mismo número de la vértebra por encima de la cual emergen de la columna vertebral hasta el 7.º nervio cervical, y de la vértebra por debajo de la cual salen de la columna vertebral, para todos los otros. Existe así un 8.º nervio cervical que sale entre C7 y T1.

RELACIONES

Las dos **raíces espinales** se reúnen a nivel del foramen intervertebral, entre los pedículos del arco vertebral, por detrás del cuerpo de la vértebra y del disco intervertebral, y por delante de los procesos [apófisis] articulares. El nervio está rodeado por la duramadre en relación con la arteria radicular, los plexos venosos anteriores y posteriores, y el tejido adiposo epidural. Sale del foramen intervertebral a través de una prolongación fibrosa que se extiende de la vaina dural al periostio vertebral. A través de la prolongación [opérculo], la duramadre se continúa sin demarcación neta con la vaina del nervio (**fig. 37-1**).

DISTRIBUCIÓN

Ramos colaterales. Se distinguen:

- **Ramo meníngeo** del nervio espinal [sinuvertebral]: nace por una raíz espinal, que se desprende del nervio espinal luego de su travesía por la prolongación fibrosa, y por una raíz simpática, más lateral que la precedente, originada por un ramo comunicante del ganglio simpático subyacente (**fig. 37-2**). Tiene un volumen considerable. Nace por fuera de la prolongación fibrosa y vuelve (recurrente) al foramen intervertebral por delante del nervio espinal. Inerva el periostio, los ligamentos y los vasos espinales.
- **Ramo comunicante blanco** (véase **porción simpática del sistema nervioso autónomo**).

Ramos terminales. El nervio espinal se divide en dos ramos diferentes:

A. Un **ramo posterior**, delgado, destinado a las regiones dorsales del cuerpo.
B. Un **ramo anterior**, más voluminoso, para las regiones anterolaterales del tronco y de los miembros.

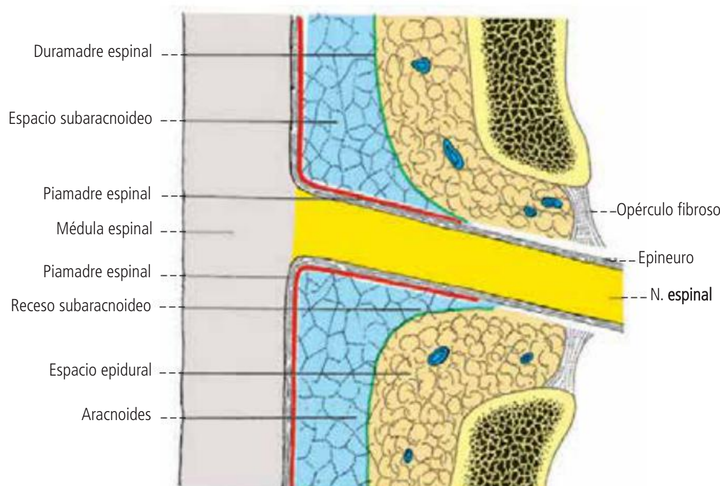


Fig. 37-1. Relaciones del nervio espinal con las meninges y el foramen intervertebral, corte vertical esquemático (según Paturet).

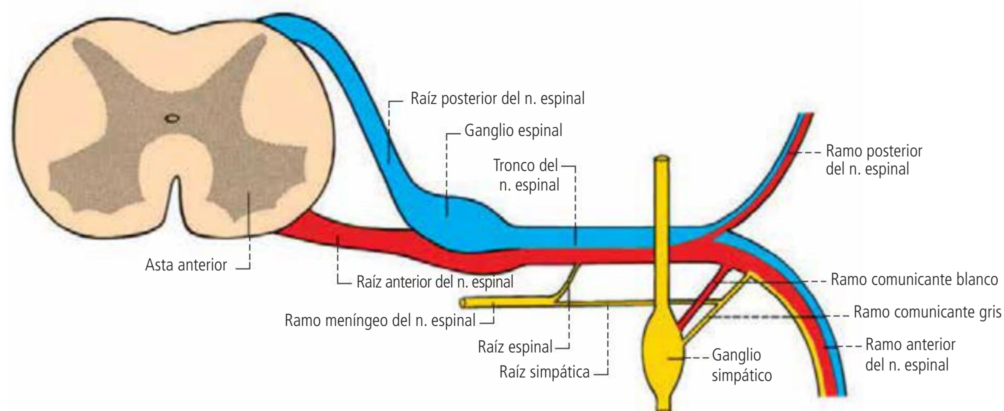


Fig. 37-2. Esquema de un nervio espinal.

Esta división es extravertebral excepto a nivel del sacro; aquí los ramos anteriores y posteriores de los cinco nervios sacros salen del canal sacro por los forámenes sacros anteriores y posteriores

Según Lazorthes y col.: "a diferencia de los ramos anteriores, que están constituidos por fibras motoras, sensitivas y neurovegetativas, algunos ramos posteriores no poseen o tienen poco territorio (cutáneo) sensitivo: tales ramos son C1, C5, C6, C7, T1, L4 y L5".

Ramos posteriores de los nervios espinales

38

Los ramos posteriores o dorsales se originan en cada nervio espinal inmediatamente por fuera de los forámenes intervertebrales. Se dirigen hacia atrás y proporcionan ramos cutáneos y ramos musculares. Su modo de distribución varía según las regiones. Se los divide, como a los nervios espinales, en cinco grupos:

– Cervicales
– Torácicos
– Lumbares
– Sacros
– Coccígeo

Lazorthes y col., estudiando el territorio cutáneo de los ramos posteriores de los nervios cervicales y de los primeros nervios torácicos, en una revisión del esquema de Déjerine, establecen: "Existe en los dos tercios de los casos un hiato de inervación cutánea total de C4 a T2. A veces C5 y T1 tienen un territorio cutáneo; jamás C6, C7 y C8 llegan a la piel. Parecería que para compensar la ausencia o la poca extensión del territorio cutáneo correspondiente a C5 y T1 los ramos posteriores vecinos C4 y T2 son particularmente importantes".

RAMOS POSTERIORES DE LOS NERVIOS CERVICALES

Existen ocho; los dos primeros tienen una disposición algo particular (**fig. 38-1**).

A. Ramo posterior del primer nervio cervical. N. suboccipital. Es más voluminoso que el ramo anterior. Sale del conducto (canal) vertebral entre el occipital y el arco posterior del atlas, medial a la arteria vertebral. Se distribuye en los músculos rectos posteriores mayor y menor de la cabeza y oblicuos superior e inferior de la cabeza.

B. Ramo posterior del segundo nervio cervical. Da origen al nervio occipital mayor [suboccipital de Arnold]. Más voluminoso que el ramo anterior correspondiente, emerge del conducto vertebral entre el arco posterior del atlas y la lámina subyacente del axis. Se dirige hacia arriba y, después de haber cruzado el borde inferior del músculo oblicuo inferior de la cabeza, termina en la piel de la región occipital. Este nervio envía en su trayecto un ramo comunicante al 1.er nervio cervical y ramos para el músculo oblicuo inferior de la cabeza y los músculos más superficiales de la nuca: semiespinoso de la cabeza, esplenio de la cabeza y trapecio. La inflamación de este nervio, por influencia de ciertas artrosis cervicales, produce "migrañas occipitales" muy particulares.

C. Ramos posteriores de los seis últimos nervios cervicales. Su volumen decrece de arriba hacia abajo; se distribuyen en los músculos profundos de la nuca y en la piel de la región. El 3.er nervio cervical da un ramo comunicante que se une con un ramo descendente del nervio occipital mayor y emite un ramo que perfora el músculo trapecio y se dirige hacia la piel de la región occipital: el nervio occipital tercero.

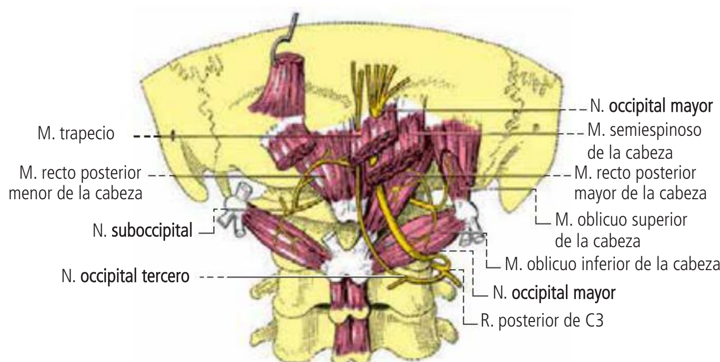


Fig. 38-1. Ramos posteriores de los tres primeros nervios cervicales.

RAMOS POSTERIORES DE LOS NERVIOS TORÁCICOS

Se cuentan doce, dispuestos en tres grupos (**figs. 38-2** y **38-3**):

A. Ramo posterior del primer nervio torácico. Se comporta exactamente como los ramos cervicales que lo preceden, con ramos musculares y cutáneos.

B. Ramos posteriores de los siete nervios torácicos siguientes. Cada uno se divide en dos ramos: un ramo lateral o muscular para los músculos longísimo torácico e iliocostal y un ramo medial o musculocutáneo para los músculos multífidos y para la piel de la región mediana, próxima a los procesos [apófisis] espinosos.

C. Ramos cutáneos posteriores de los cuatro últimos nervios torácicos. No dan ramos mediales. Se comportan como los ramos lumbares.

RAMOS POSTERIORES DE LOS NERVIOS LUMBARES

En número de cinco, proporcionan, al principio, filetes a los músculos propios del dorso y terminan en dos ramos cutáneos, uno medial para la piel próxima al plano mediano y otro lateral que se dirige a las regiones lumbar y glútea (**fig. 38-3**).

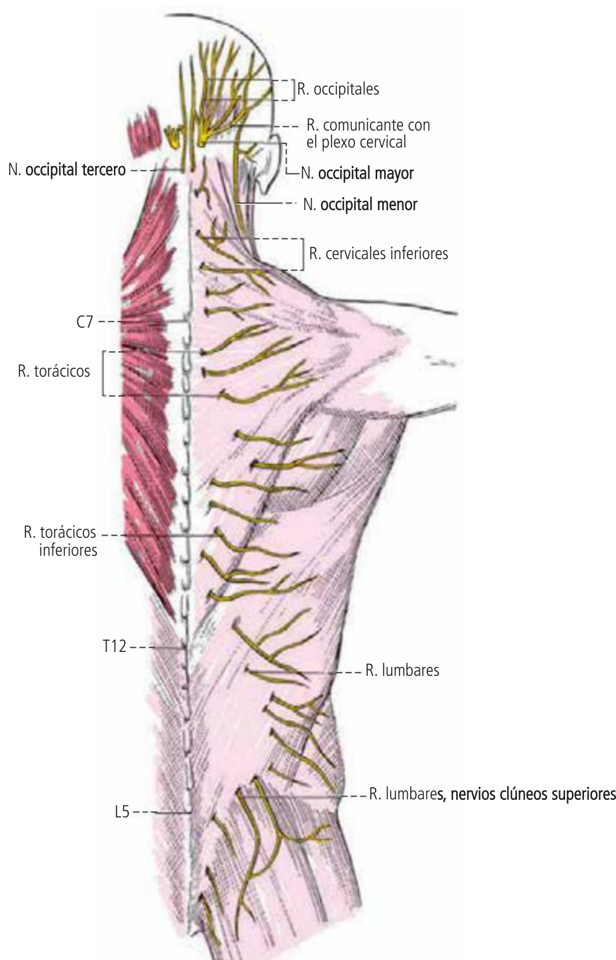


Fig. 38-2. Ramos posteriores de los nervios espinales situados en el plano subcutáneo.

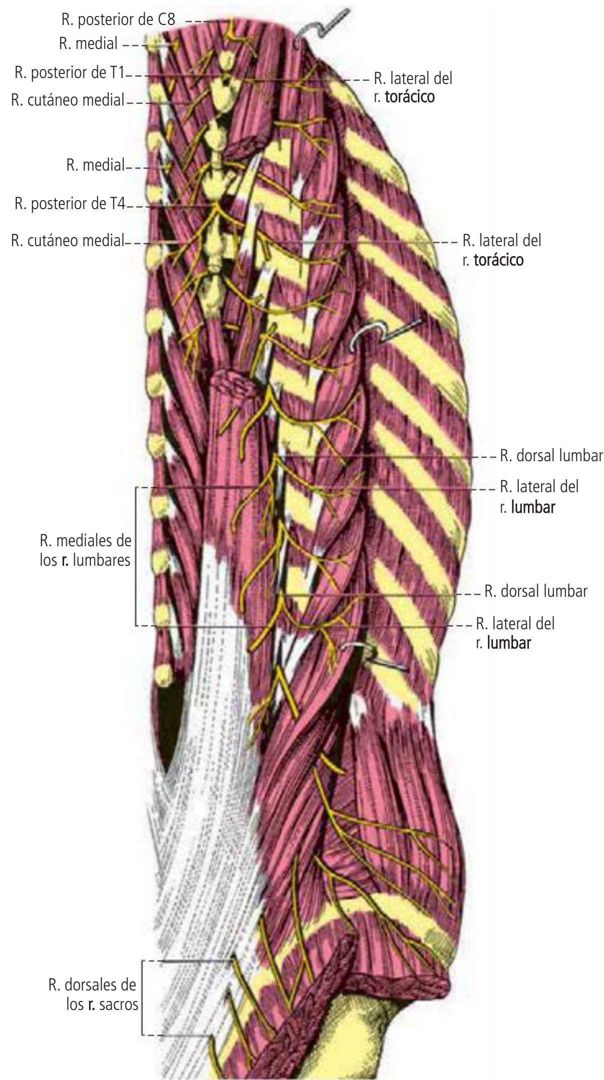


Fig. 38-3. **Ramos dorsales de los nervios espinales en los músculos propios del dorso.**

RAMOS POSTERIORES DE LOS NERVIOS SACROS

Existen cinco que salen por los forámenes sacros posteriores. Forman arcos de donde parten filetes motores ascendentes para los músculos espinales y filetes sensitivos para la piel de la región sacrococcígea.

RAMO POSTERIOR DEL NERVIO COCCÍGEO

Es extremadamente pequeño y termina en la piel de la región interglútea.

39 Ramos anteriores de los nervios espinales

Los ramos anteriores o ventrales, en lugar de separarse y distribuirse en forma aislada como los ramos posteriores, se reúnen para formar plexos. Solo la región torácica escapa a la regla: los nervios intercostales permanecen independientes. Se describen aquí: el plexo cervical, el plexo braquial (se estudia con el miembro superior), los nervios intercostales y los plexos lumbar, sacro y sacrococcígeo.

PLEXOS NERVIOSOS

Plexo cervical

Está formado por los cuatro primeros nervios cervicales, cuyos ramos anteriores están reunidos por tres arcos situados delante de los procesos [apófisis] transversos (**fig. 39-1**). Estos nervios cervicales se encuentran en los surcos transversos, detrás de los vasos vertebrales, entre los músculos intertransversos del cuello. Sus ramos anteriores se colocan de inmediato por detrás del músculo escaleno anterior. El conjunto es, pues, profundo y da origen a ramos superficiales y profundos, de los cuales el principal es el nervio frénico (nervio motor del diafragma).

Ramos superficiales [plexo cervical superficial]

En número de cinco, al comienzo se agrupan en el tercio medio del borde posterior del músculo esternocleidomastoideo (**fig. 39-2**). A este nivel perforan la lámina superficial de la fascia cervical para expandirse en abanico hacia las zonas cutáneas a las cuales se hallan destinados.

A. **Nervio cervical transverso:** originado del ramo anterior del 3.er nervio cervical, cruza la cara superficial del esternocleidomastoideo y, llegado al borde anterior del músculo, se divide en ramos superiores e inferiores. Estos ramos terminales perforan el músculo platisma y luego se reparten en la piel de las regiones suprahioidea e infrahioidea.
B. **Nervio auricular mayor:** nace del ramo comunicante entre el 2.do y el 3.er nervio cervical; rodea el borde posterior del esternocleidomastoideo y asciende hacia la oreja. Da ramos sensitivos a la piel de la región anterior y posterior de la oreja y el ángulo de la mandíbula. Se comunica con el nervio facial y termina en la piel de la oreja.
C. **Nervio occipital menor:** se origina del arco entre el 2.do y el 3.er nervio cervical. Es paralelo al precedente y asciende detrás de él, siguiendo el borde posterior del esternocleidomastoideo. Termina por división en la piel de la región mastoidea y de la región occipital.
D. **Nervios supraclaviculares mediales e intermedios:** se originan del arco entre el 3.er y el 4.to nervio cervical, se dirigen oblicuamente hacia abajo y adelante profundamente al músculo platisma, al que atraviesan, y se hacen superficiales en relación con la clavícula para terminar en la piel de la región infraclavicular y delante del esternón.
E. **Nervio supraclavicular lateral:** como los precedentes, nace del 4.to nervio cervical y, como él, se dirige lateralmente, cruza la región supraclavicular y la clavícula (tercio lateral), para terminar en la piel que recubre la parte superior del hombro (región deltoidea).

Ramos profundos

Son ramos destinados a los músculos del cuello y del hombro, y al diafragma (**fig. 39-3**). Se distinguen:

- **Ramos ascendentes:** para los músculos recto lateral y recto anterior de la cabeza.
- **Ramos mediales:** destinados a los músculos largo de la cabeza y largo del cuello.
- **Ramos laterales:** se anastomosan con el nervio accesorio y forman un asa nerviosa que inerva los músculos esternocleidomastoideo y trapecio. Más abajo, nacen los nervios superiores del elevador de la escápula y del romboides.
- **Asa cervical** [asa del hipogloso]: del 2.do y 3.er nervio cervical nace la raíz inferior del asa cervical que se comunica con la raíz superior, que parece ser un ramo del nervio hipogloso. En realidad, las fibras que forman la raíz superior del asa cervical provienen de las fibras del ramo comunicante con el nervio hipogloso originado en C1. A partir del asa surge la inervación para los músculos infrahioideos.
- **Nervio frénico:** es el nervio motor del músculo diafragma (véase **Diafragma**, **capítulo 75**).

Plexo braquial

Se desarrolla en el capítulo **Nervios del miembro superior**, **cap. 62.**

Nervios torácicos

Los nervios intercostales, ramos anteriores de los doce nervios espinales torácicos, son mixtos y se los numera como la costilla suprayacente (**figs. 39-4** y **39-5**).

Origen

Desde la salida del foramen intervertebral, el nervio espinal torácico se bifurca y su ramo anterior toma el aspecto de un nervio acintado, de 2 mm de ancho, término medio. Recibe un ramo comunicante del tronco simpático situado delante de él.

Trayecto y relaciones

El nervio penetra en el espacio intercostal por delante y luego medial al músculo intercostal externo, y lateral al músculo intercostal íntimo. El pasaje del nervio intercostal separa al músculo intercostal interno (que queda superficial con respecto al nervio) del músculo intercostal íntimo (situado más profundamente). Se dirige hacia arriba, al surco costal suprayacente, en el cual se

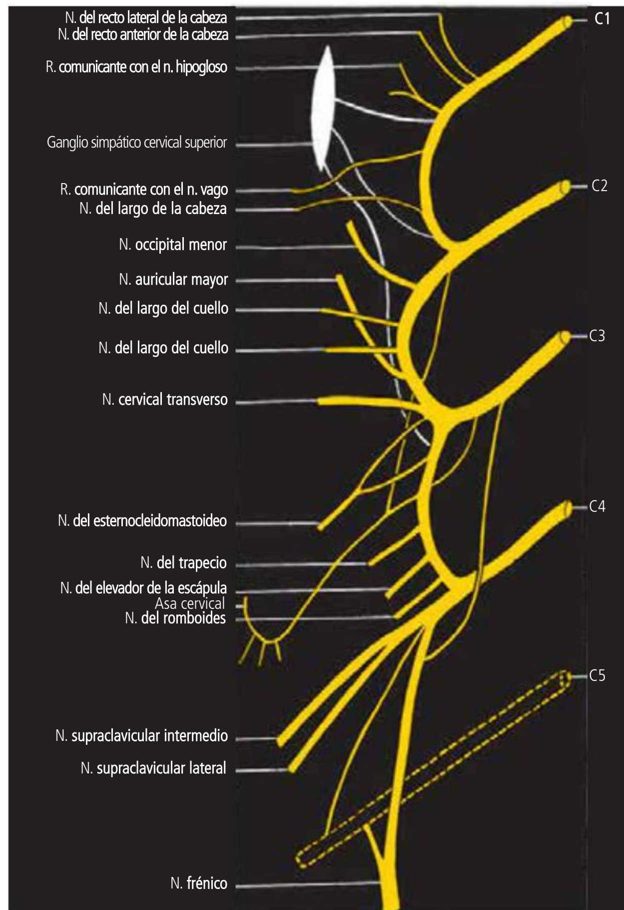


Fig. 39-1. Constitución del plexo cervical. C1, C2, C3, C4 y C5: ramos anteriores de los cinco primeros nervios espinales.

halla por debajo de la arteria y de la vena intercostales. Sigue la concavidad torácica y termina: para los seis primeros nervios, por un ramo cutáneo anterior que emerge cerca del borde lateral del esternón, y para los cinco nervios siguientes, por un ramo que penetra en la pared abdominal anterolateral (entre el músculo oblicuo interno del abdomen y el músculo transverso) y termina en la cara posterior, cerca del borde lateral del músculo recto del abdomen al que inerva. Numerosos ramos comunicantes reúnen allí a estos nervios formando un verdadero plexo nervioso.

El nervio intercostal está siempre acompañado por ramas arteriales provenientes de la aorta o de la torácica interna y venas, vasos con los cuales constituye un pequeño eje vasculonervioso que se prolonga más allá del espacio intercostal, con los ramos colaterales y terminales del nervio.

Distribución

Después de haber dado filetes articulares para las articulaciones costovertebrales, el nervio intercostal emite una serie de ramos que son:

- **Ramos colaterales:** se distinguen ramos musculares para los músculos intercostales, elevadores de las costillas y transverso del tórax; un ramo cutáneo lateral pectoral, que emerge del espacio intercostal a nivel de la línea axilar media y llega a la piel de la región correspondiente, y ramos sensitivos pleurales y mediastinales.
- **Ramos terminales:** los seis primeros nervios intercostales dan un nervio cutáneo anterior pectoral, sensitivo, que atraviesa el músculo pectoral mayor e inerva la piel de la región mamaria. Los seis últimos nervios intercostales terminan por un ramo motor en los músculos anchos del abdomen, oblicuos externo e interno del abdomen, transverso y en el recto del abdomen. Este ramo aporta ramificaciones sensitivas para la pleura diafragmática y, sobre todo, para la piel de la región anterolateral superior del abdomen mediante el ramo cutáneo lateral abdominal.
- **Comunicaciones:** con el tronco simpático torácico entre sí por los ramos yuxtavertebrales; con el plexo braquial arriba y el plexo lumbar abajo, y con el nervio cutáneo braquial medial (plexo braquial), por el 2.do cutáneo lateral.

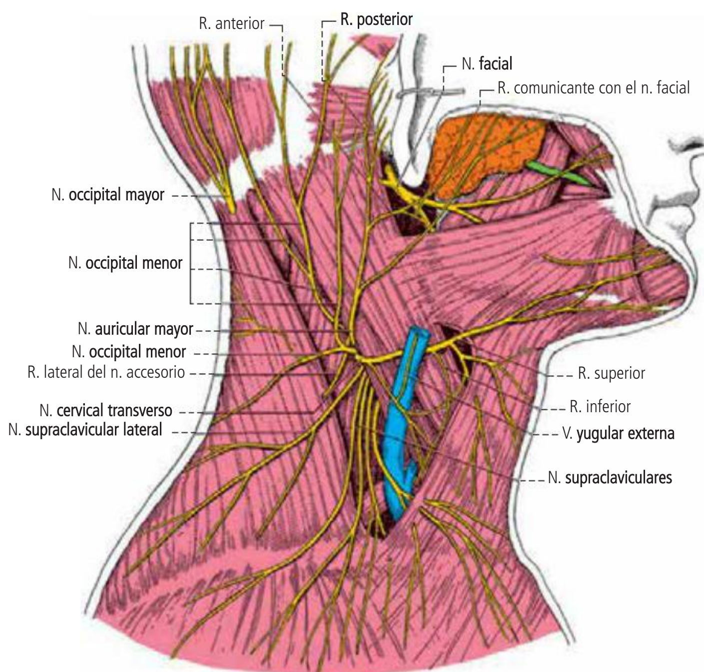


Fig. 39-2. Plexo cervical, ramos superficiales, vista lateral.

Casos particulares

El 1.er nervio torácico, voluminoso, recibe un ramo comunicante importante que conduce fibras destinadas a la musculatura intrínseca del ojo (fibras iridodilatadoras). Hacia el cuello de la 1.ª costilla se divide; el ramo más importante pasa por encima de la costilla y se dirige al plexo braquial; el otro constituye el 1er nervio intercostal.

- **A. Primer nervio intercostal:** se sitúa debajo de la 1.ª costilla, en contacto con la pleura parietal; no proporciona nervio perforante lateral; inerva los músculos intercostales y termina en un ramo cutáneo anterior.
- **B. Segundo nervio intercostal:** delgado, proporciona un ramo cutáneo lateral que inerva la piel de la pared torácica, a la altura de la piel de la axila, y de la cara medial superior del brazo; se comunica con el nervio cutáneo braquial medial (plexo braquial) para formar el **nervio intercostobraquial**.
- **C. Duodécimo nervio intercostal:** considerado como un nervio lumbar, no ocupa un espacio intercostal, sino es un **nervio subcostal**. Pasa por delante del cuadrado lumbar y por detrás de la pleura, del riñón y de la glándula suprarrenal. Atraviesa el músculo transverso para penetrar en la pared abdominal, cuyos músculos inerva, además del músculo piramidal. Da un ramo perforante lateral que inerva los tegumentos de la región glútea.

Anatomía funcional

- **A. Actividad motora:** la inervación de los músculos intercostales y la de los músculos de la pared abdominal tiene enorme valor funcional en los planos ventilatorio (respiratorio) y digestivo, así como sobre la estática del tronco.
- **B. Actividad sensitiva:** el territorio sensitivo de cada nervio intercostal está representado por una banda paralela al espacio intercostal correspondiente, cuya disposición metamérica permite localizar ciertos procesos patológicos espinales. Este territorio puede presentar vesículas a causa de neuritis de origen viral (herpes zóster).
- **C. Actividad vegetativa:** se manifiesta sobre los vasos intercostales y sobre el tono de los músculos inervados.

Plexo lumbar

Está formado por el conjunto de comunicaciones que unen entre sí, antes de su distribución periférica, a los ramos anteriores de los tres primeros nervios lumbares (L1, L2 y L3) y una parte del ramo anterior del 4.to nervio lumbar. Por medio de ramos colaterales y terminales, contribuye a la inervación sensitiva, motora, vasomotora y propioceptiva del tronco y del miembro inferior.

Constitución anatómica

Es variable (Bonniot), pero se esquematiza así (**fig. 39-6**):

- **L1:** se comunica arriba con T12 y abajo con L2; da dos ramos terminales, los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal.
- **L2:** se comunica con L1 y L3; da dos ramos terminales: lateralmente, el cutáneo femoral lateral y, medialmente, el genitofemoral.
- **L3:** se comunica con L2; proporciona un ramo de origen al nervio obturador y un ramo de origen para el nervio femoral.

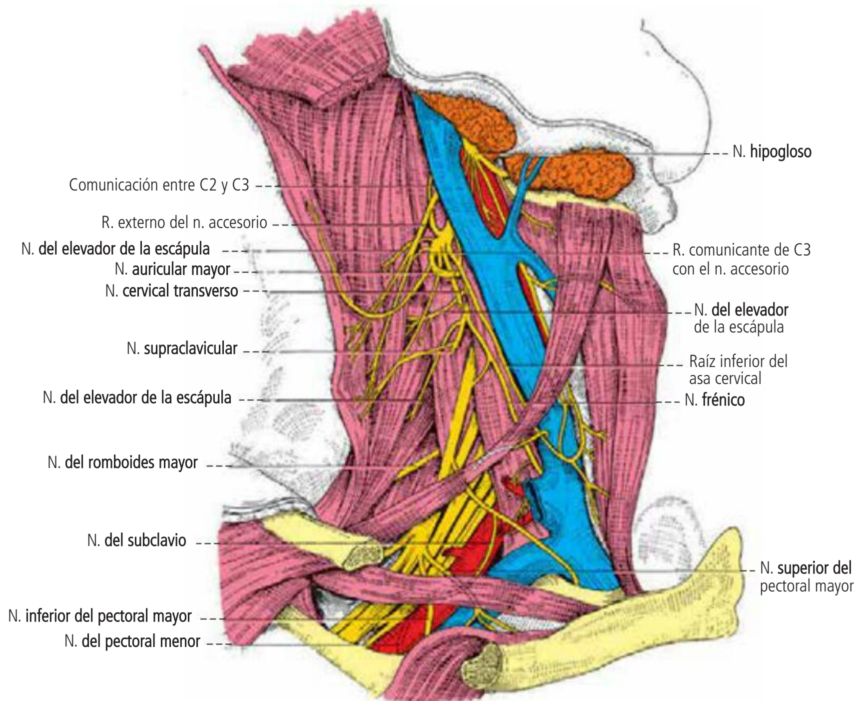


Fig. 39-3. Plexo cervical, vista lateral derecha, luego de la ablación del músculo esternocleidomastoideo.

– **L4:** se comunica con L5 para formar el tronco lumbosacro; envía un ramo al nervio femoral; da origen al nervio obturador.

Situación y relaciones

El plexo lumbar (**fig. 39-7**) está situado en el ángulo diedro formado por el plano de los cuerpos vertebrales hacia medial y el plano de los procesos [apófisis] costiformes hacia atrás, donde se coloca entre los dos planos de inserción del músculo psoas: plano vertebral, adelante, y plano costiforme, atrás. Los forámenes intervertebrales lumbares se abren en este espacio y las raíces ocupan un espacio relleno por tejido adiposo por el cual transcurren de abajo hacia arriba: la vena lumbar ascendente; transversalmente, las arterias lumbares acompañadas por las venas lumbares; estas unen la vena lumbar ascendente a la vena cava inferior. Las arterias lumbares están acompañadas por los ramos comunicantes del sistema nervioso autónomo que unen las raíces espinales lumbares al tronco simpático, situado por delante del psoas.

El plexo lumbar es, pues, profundo y está orientado de arriba hacia abajo y de medial a lateral. Solo sus ramos terminales emergen de la masa muscular del psoas.

Ramos colaterales

A. Ramos cortos: son pequeños ramos motores destinados a los músculos intertransversos, al músculo cuadrado lumbar y al psoas (nervios superior e inferior).

B. Nervio iliohipogástrico e ilioinguinal [nervios abdominogenitales mayor y menor]: nacen de la bifurcación de L1. El iliohipogástrico está situado por encima del ilioinguinal (este último nace a menudo de L2). Los dos nervios se dirigen lateralmente y emergen horizontales por el borde lateral del psoas, transcurren en un trayecto oblicuo hacia abajo, pasando entre el cuadrado lumbar y la celda renal. Enseguida, entre los músculos transverso y oblicuo interno del abdomen. Situados en la pared abdominal lateral, se vuelven luego anteriores. Después de dar un ramo colateral, el ramo cutáneo lateral que atraviesa los músculos oblicuos y se pierde en la piel de la región glútea, se dividen en sus dos ramos terminales:

- El ramo abdominal, que inerva los tres músculos anchos, así como el músculo recto del abdomen, y da un ramo perforante cutáneo para la piel que corresponde al borde lateral de este músculo.
- El ramo genital, que atraviesa el músculo oblicuo interno, llega al conducto inguinal y se vuelve subcutáneo a nivel del anillo inguinal superficial. Se distribuye en los tegumentos del pubis, del escroto o de los labios mayores.

Ramos terminales

Consideramos como tales al nervio femoral y al obturador. Junto con los nervios cutáneo femoral lateral y genitofemoral se estudiarán más adelante (véase **Nervios del miembro inferior**, **capítulo 70**).

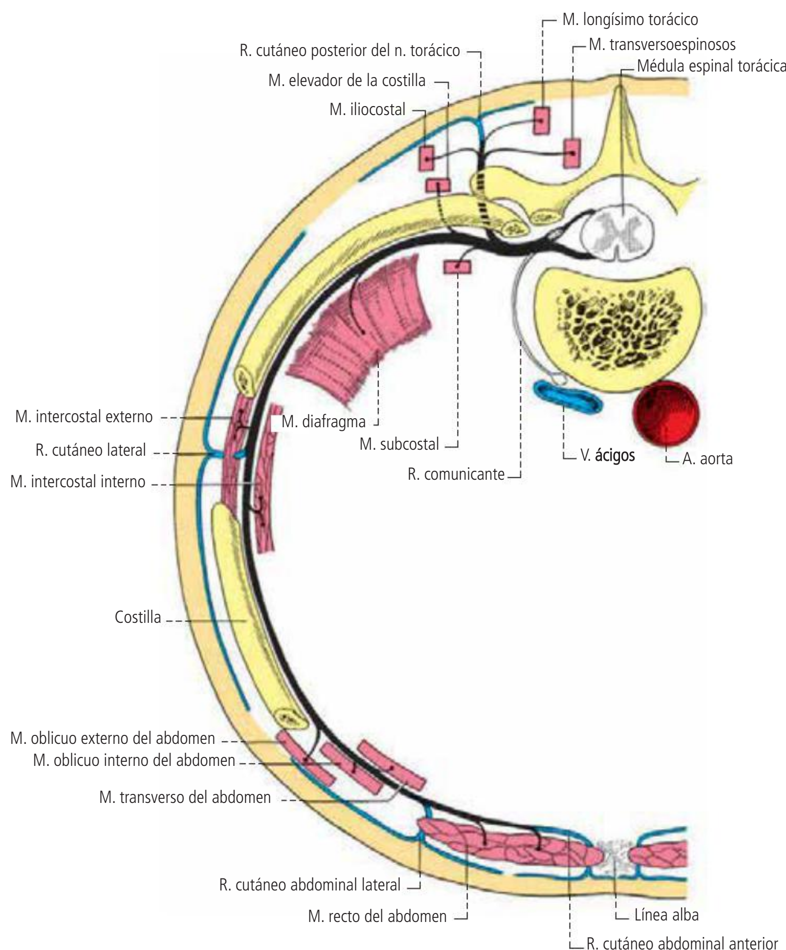


Fig. 39-4. Esquema de los nervios espinales torácicos e intercostales (Pitres y Testut).

Plexo sacro

Está formado por el tronco lumbosacro y los ramos anteriores de los tres primeros nervios sacros. Por medio de sus ramos colaterales y terminales, contribuye a la inervación sensitiva, motora, vasomotora y propioceptiva de la región glútea y del miembro inferior.

Constitución anatómica

Se forma por la unión de (**figs. 39-8** y **39-9**):

- **Tronco lumbosacro:** está constituido por L5, que recibe un ramo comunicante de L4; también se comunica con S1.
- **S1:** recibe al tronco lumbosacro y se une oblicuamente con S2, para constituir el nervio ciático.
- **S2:** se une oblicuamente con S1 y envía un ramo vertical hacia S3.
- **S3:** recibe el ramo vertical de S2 y constituye el elemento esencial del nervio pudendo.

Situación y relaciones

El plexo sacro tiene forma triangular con base medial y vértice lateral. Se extiende desde la articulación sacroilíaca por arriba, hasta el borde inferior de la escotadura ciática mayor por abajo. Sigue la concavidad del sacro. Está directamente en relación con las inserciones sacras del músculo piriforme, por delante del cual se dispone.

Relaciones de las raíces

- El tronco lumbosacro está situado en la fosa iliolumbar entre el alerón sacro abajo, el cuerpo de L5 medialmente y el borde medial del psoas lateralmente. Situado medial al nervio obturador, está seguido por la arteria iliolumbar y cubierto por el origen de los vasos ilíacos internos.
- S1 emerge a nivel del borde superior del músculo piriforme, mientras que S2 y S3 atraviesan los forámenes sacros anteriores, antes de pasar por delante del músculo piriforme.

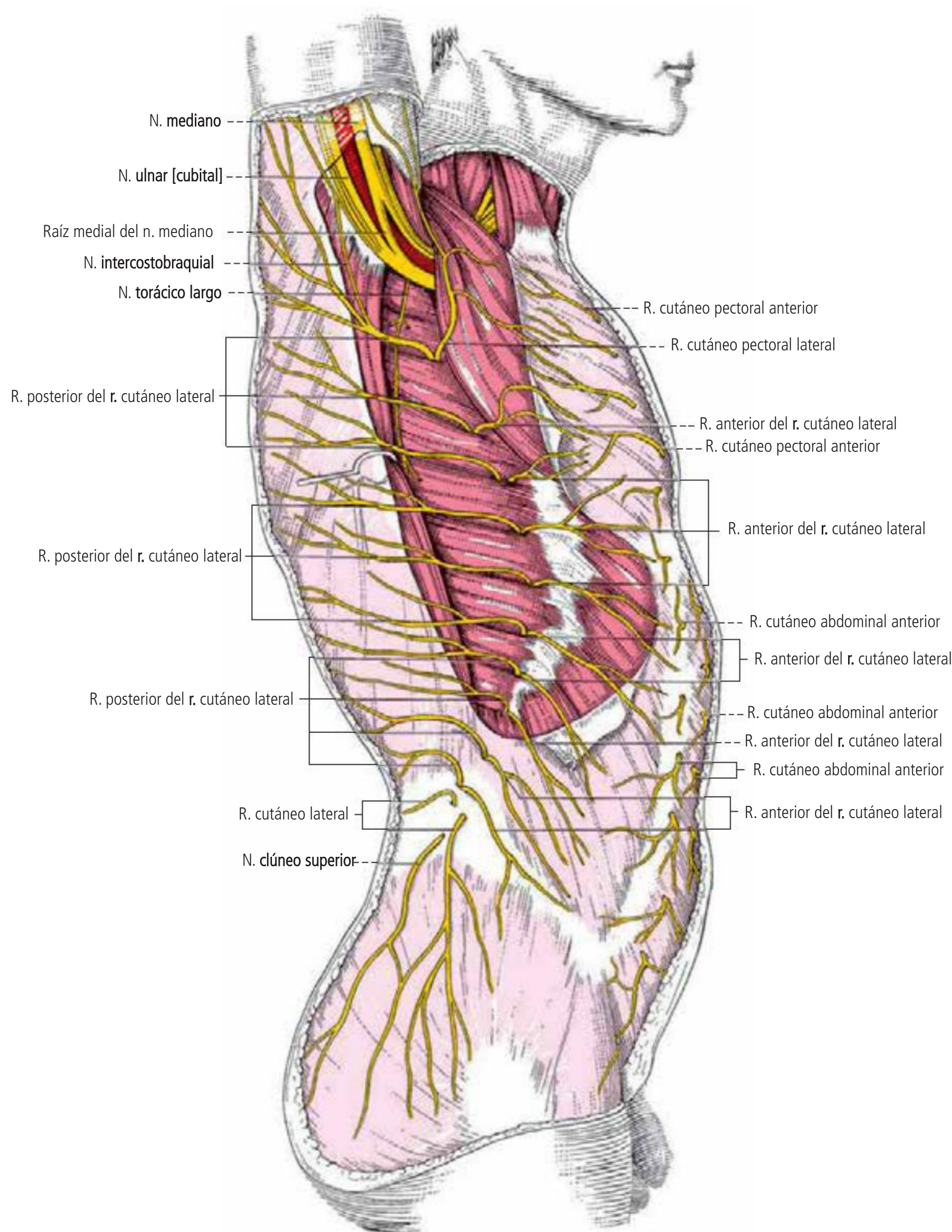


Fig. 39-5. Ramos cutáneos de los nervios intercostales.

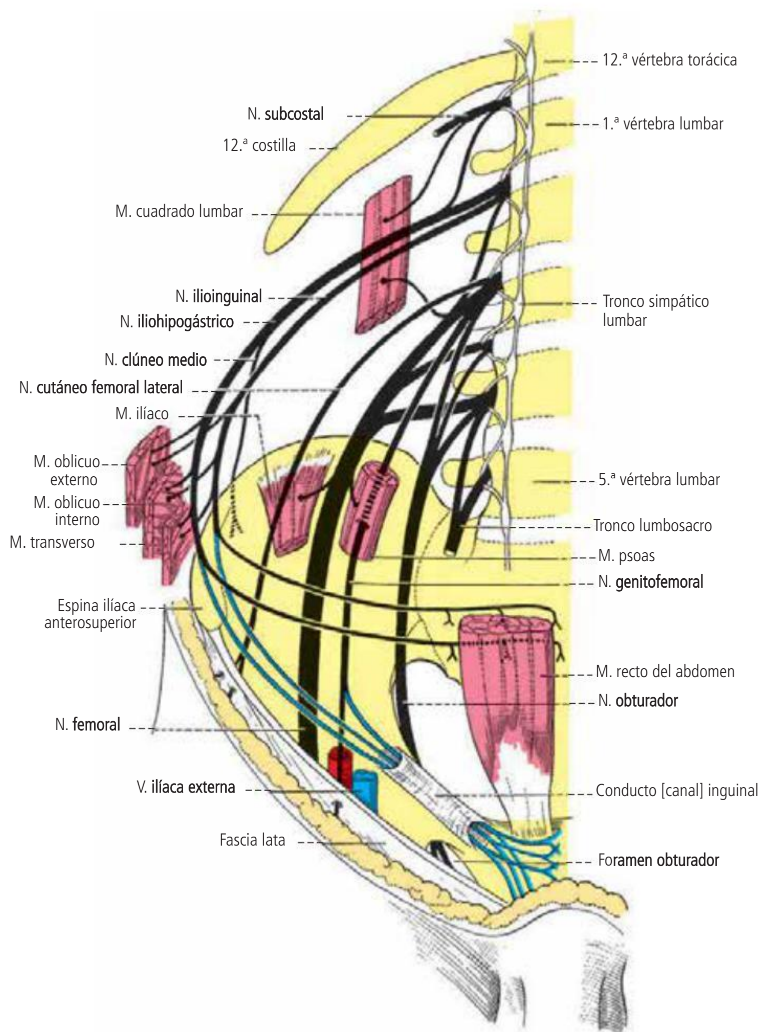


Fig. 39-6. Plexo lumbar (Pitres y Testut).

Relaciones del plexo

Cubierto por la fascia del músculo piriforme, ocupa la parte posterolateral de la pared pelviana, detrás del recto y del espacio presacro. Establece relaciones inmediatas con ciertas ramas de la arteria hipogástrica:

- La **arteria glútea superior** se desliza entre el tronco lumbosacro y S1, antes de salir de la pelvis por la escotadura ciática mayor, por encima del músculo piriforme.
- La **arteria glútea inferior** cruza por delante de S1 y S2 antes de deslizarse entre S2 y S3 para salir de la pelvis por la escotadura ciática mayor, por debajo del músculo piriforme.
- La **arteria pudenda interna** es más anterior y lateral; cruza el origen del nervio ciático antes de salir de la pelvis por la escotadura ciática mayor, por debajo del músculo piriforme y por detrás del nervio pudendo.
- Las **arterias sacras laterales** ascienden por delante del plexo. El tronco simpático sacro está situado medial al plexo sacro y envía ramos comunicantes a las raíces del plexo.

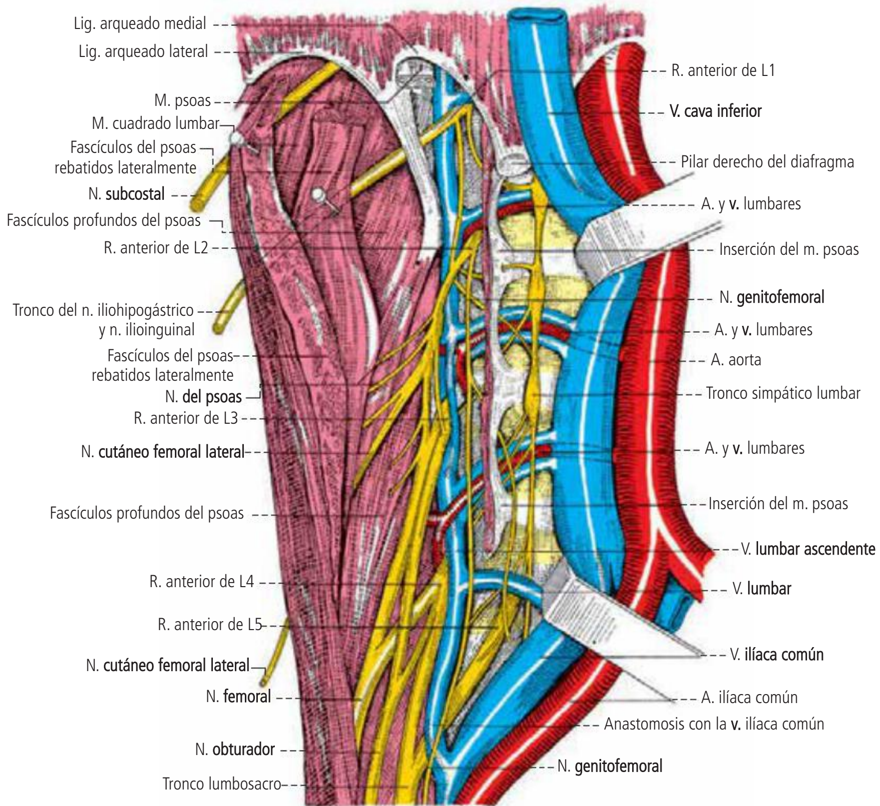


Fig. 39-7. Plexo lumbar derecho después de la sección de las inserciones anteriores del psoas mayor (según Bonniot).

Ramos colaterales y terminales

Se estudian con los **Nervios del miembro inferior**, **capítulo 70**.

Plexo pudendo

Se lo describe como un integrante del plexo sacro, pero el destino perineal de sus ramos, su participación en la inervación de las vísceras pelvianas, en asociación con el plexo hipogástrico superior y los órganos genitales externos, le confiere una individualidad importante.

Constitución anatómica

Depende casi enteramente de S3, reforzado por la comunicación voluminosa que recibe de S2, con una participación más discreta de S4 (**fig. 39-8**).

Situación y relaciones

Situado debajo del plexo sacro, participa de sus relaciones con el músculo piriforme y se apoya más abajo sobre el músculo coccígeo, por debajo del ligamento sacroespinoso.

Ramos colaterales

A. Nervio del músculo elevador del ano y coccígeo: originado en S3, se sitúa por encima del músculo elevador del ano al cual inerva por su cara superomedial.

B. Nervios rectales inferiores [hemorroidales inferiores]: nacen de S3 y S4 y salen de la pelvis por debajo del músculo piriforme, contorneando la espina ciática y vuelven a la pelvis por la escotadura ciática menor. Penetran en la fosa isquioanal, la atraviesan de lateral a medial y terminan en el esfínter externo del ano y en los tegumentos vecinos (fibras sensitivas).

C. Nervios esplácnicos pélvicos: provienen de S2, S3 y S4. Contribuyen a la constitución del plexo hipogástrico inferior, al cual aportan el contingente parasimpático.

Ramo terminal

El **nervio pudendo** es el tramo terminal del plexo pudendo, y se origina en S3 y en dos raíces accesorias procedentes de S2 y S4.

Trayecto y relaciones

A. Sale de la pelvis por la escotadura ciática mayor, por debajo del músculo piriforme, medial a los vasos pudendos internos

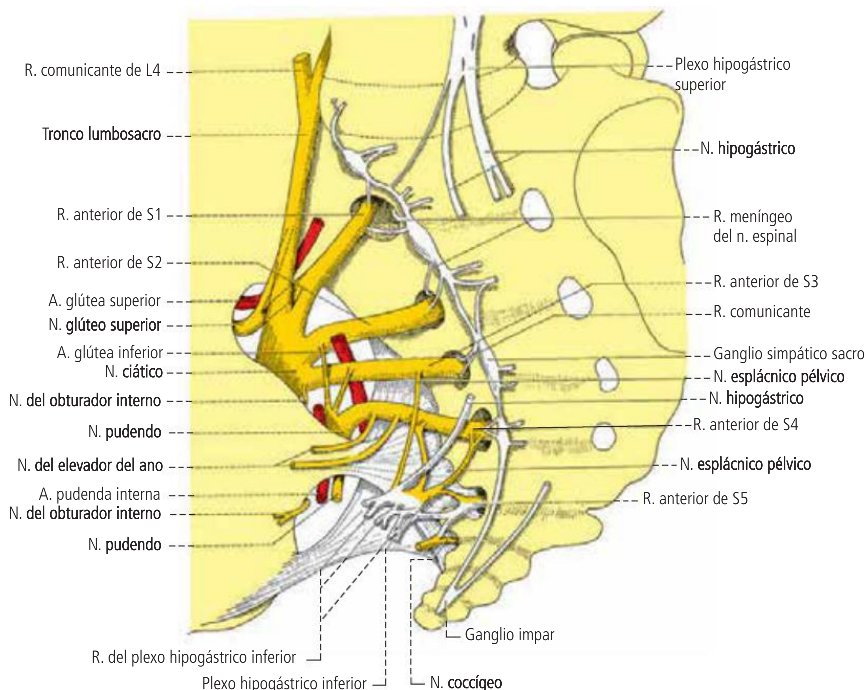


Fig. 39-8. **Plexo sacro, nervio pudendo y tronco simpático sacro, lado derecho.**

que lo acompañan y lateral a la arteria glútea inferior y al nervio rectal inferior (**fig. 39-9**).

B. Penetra en la pelvis, después de haber contorneado la cara posterior de la espina ciática, por la escotadura ciática menor con sus vasos satélites y el nervio rectal inferior, por encima del músculo obturador interno.

Recorre la pared lateral de la fosa isquioanal, en el canal pudendo [conducto de Alcock], acompañado por los vasos pudendos internos. Allí termina, dando los nervios perineales, que se dividen bifurcándose en un ramo inferior (labial o escrotal posterior) y un ramo superior (dorsal del clítoris o del pene) y dando ramos musculares.

Ramos terminales

A. El ramo inferior penetra entre los diferentes planos musculares del periné (**figs. 39-10** y **39-11**). Da origen a los **nervios escrotales posteriores**, superficiales para la piel del escroto y la cara inferior del pene o a los **nervios labiales posteriores** para los labios mayores, y a ramos musculares. Inerva los músculos transversos, isquiocavernoso y bulboesponjoso, así como el bulbo, la mucosa uretral y el glande (filetes bulbar y uretral).

B. El ramo superior es el **nervio dorsal del pene**, o **nervio dorsal del clítoris**; prolonga el trayecto del nervio pudendo hacia el ligamento inferior del pubis. Pasa de inmediato al pene, donde inerva los cuerpos cavernosos y el glande. Termina en el clítoris y los labios menores. Es un ramo sensitivo.

En el ser vivo

El nervio pudendo asegura la transmisión de la sensibilidad del escroto, del periné y de la vulva, y la sensibilidad de la mucosa de la uretra peneana. Como nervio motor, participa en la eyaculación por la contracción de los músculos perineales.

Se puede intentar su anestesia y alcoholización en casos de prurito vulvar o de priapismo.

Plexo coccígeo

Está constituido por las comunicaciones que contraen las ramas sacras anteriores de S4 y S5 entre sí y con el nervio coccígeo. De este plexo parten ramos anteriores para el plexo hipogástrico inferior y ramos musculares para el músculo coccígeo y el elevador del ano, así como para el glúteo mayor.

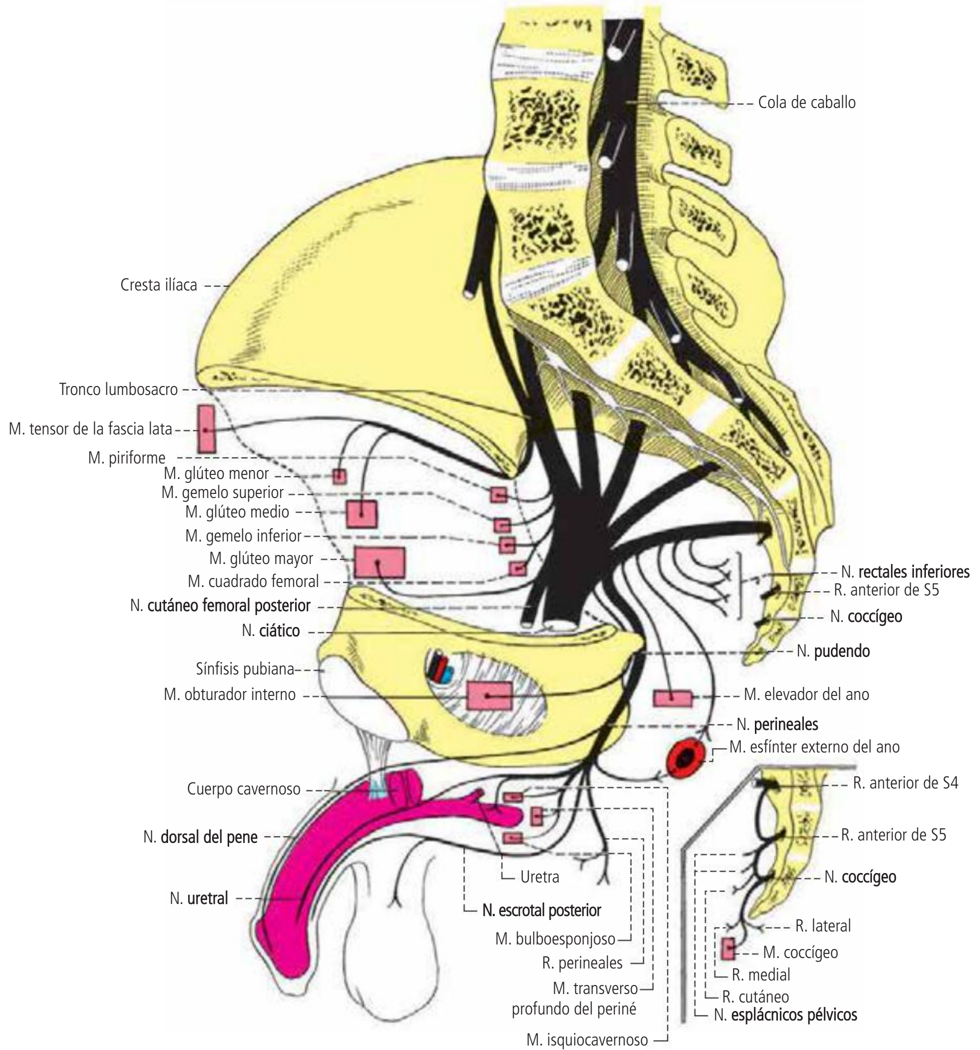


Fig. 39-9. Plexos sacro y coccígeo (Pitres y Testut).

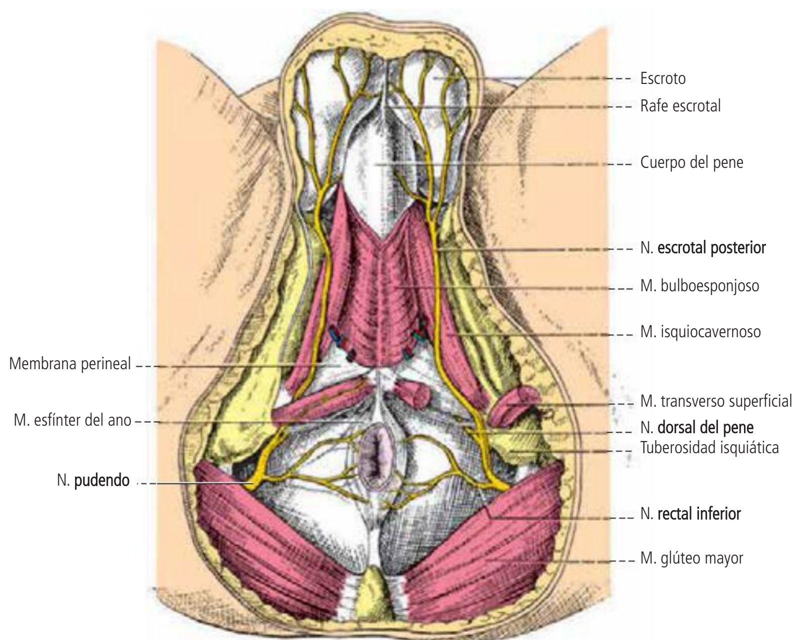


Fig. 39-10. **Distribución superficial del nervio pudendo en la pelvis masculina (según Paturet).**

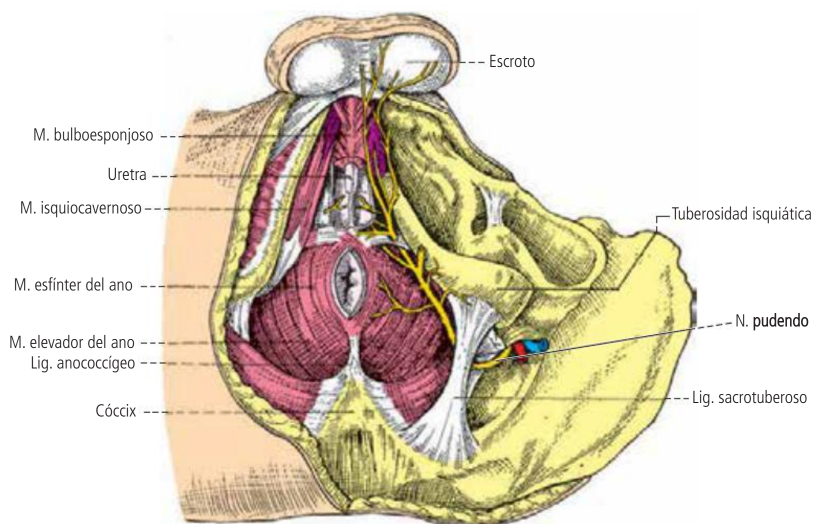


Fig. 39-11. **Distribución profunda del nervio pudendo en la pelvis masculina (según Paturet).**

Sistema nervioso autónomo

IX

El **sistema nervioso autónomo** difiere del **sistema nervioso somático** o **de la vida de relación.** Controla los órganos destinados a la nutrición, ejerciendo una actividad que escapa, casi íntegramente, al control de la voluntad y de la conciencia; además, dispone de centros y vías nerviosas propias con los **troncos simpáticos** laterovertebrales, a los que se les atribuye una autonomía que no poseen. Las vías autónomas se disponen en plexos, con ganglios situados en su trayecto.

Existe, en efecto, una intrincada interacción entre el sistema nervioso somático y el sistema nervioso autónomo a nivel de los distintos centros, muchos de los cuales se encuentran en el sistema nervioso central, ocupando el encéfalo y la médula espinal, y a nivel de las vías, de las cuales la mayoría utiliza el sistema nervioso periférico.

Este sistema autónomo comprende dos porciones distintas, tanto por su organización anatómica como por la naturaleza de sus neurotransmisores sinápticos: la **porción simpática** y la **porción parasimpática**.

Sin embargo, esta diferencia no es solo anatómica sino también funcional, ya que ambos sistemas están siempre presentes a nivel de un órgano determinado, aunque hay excepciones (p. ej., la piel y el músculo liso vascular, salvo las arterias genitales, y posiblemente las cerebrales, no poseen inervación parasimpática). Ejercen funciones por lo general **antagónicas**, que pueden ser tanto estimuladoras como inhibidoras.

El sistema nervioso entérico se trata de una porción del sistema nervioso autónomo bastante autosuficiente, para el tubo digestivo. Actúa coordinadamente con los sistemas simpático y parasimpático.

Cada porción del sistema nervioso autónomo presenta un mando central y vías periféricas.

De su actividad resulta el mantenimiento de la constancia del medio interno (Claude Bernard), la homeostasis.

Centros autónomos del sistema nervioso central

40

sSe localizan desde el diencéfalo hasta la extremidad inferior de la médula espinal. Están concentrados en la proximidad del conducto central y las células que los componen tienen características histológicas que permiten identificarlos.

CENTROS AUTÓNOMOS DEL ENCÉFALO

Ubicados principalmente en el hipotálamo y en el tálamo (**fig. 40-1**).

A. Centros hipotalámicos: constituyen el más importante de todos los centros autónomos. Se disponen alrededor del tercer ventrículo con:

- Una zona periventricular.
- Una zona medial, más importante, con numerosos centros: el núcleo supraóptico, el núcleo ventral, el núcleo mamilar y el núcleo dorsal, situados en la región infundibulotuberiana.
- Una zona lateral en contacto con el tracto óptico.

B. Centros talámicos: ocupan el **núcleo mediano** del tálamo y prolongan, hacia arriba, el plano medial de la región subtalámica. La adhesión intertalámica forma parte de este conjunto. Estos núcleos se prolongan atrás hacia la comisura posterior y la glándula pineal. Además, existen numerosas células vegetativas en las regiones subtalámica posterior y sublenticular.

C. Centros corticales: si bien se discute su existencia, los dolores viscerales son conscientes y las emociones hacen llorar. Se ubican en el giro del cíngulo, formando parte del lóbulo límbico y relacionados con la corteza frontal.

CENTROS AUTÓNOMOS DEL TRONCO ENCEFÁLICO

Corresponden al **sistema nervioso parasimpático** (**fig. 40-2**). Regulan la actividad del músculo liso de las vísceras y glándulas de la cabeza, el cuello, el tórax y el abdomen, hasta la flexura cólica izquierda. A partir de ese punto, los elementos reciben las fibras nerviosas del sistema parasimpático sacro.

Estos núcleos parasimpáticos se denominan:

- **Núcleo dorsal del vago:** se extiende desde la unión medulopontina hasta la decusación de las pirámides en el piso del cuarto ventrículo, lateral al núcleo del nervio hipogloso, específicamente en la región conocida como trígono vagal. Provee la inervación parasimpática del corazón, del sistema respiratorio, del sistema digestivo y glándulas anexas, hasta la flexura cólica izquierda.
- **Núcleo salival inferior:** está localizado en el extremo inferior del núcleo salival superior. Sus fibras acompañan al nervio glosofaríngeo, luego al nervio timpánico y, por último, al nervio petroso menor, y alcanzan al **ganglio ótico**, donde hacen sinapsis. De este ganglio parten fibras que aportan la inervación funcional a la glándula parótida a través del nervio auriculotemporal.
- **Núcleo salival superior:** se encuentra en el tegmento del puente. Sus fibras emergen acompañando al nervio facial, luego se separan de este siguiendo al nervio cuerda del tímpano, que se une al nervio lingual, y alcanzan a las glándulas submandibular y sublingual.
- **Núcleo lagrimal:** está por encima del núcleo salival superior. Sus fibras se incorporan al nervio facial, siguen luego al nervio petroso mayor, que se une con el nervio petroso profundo

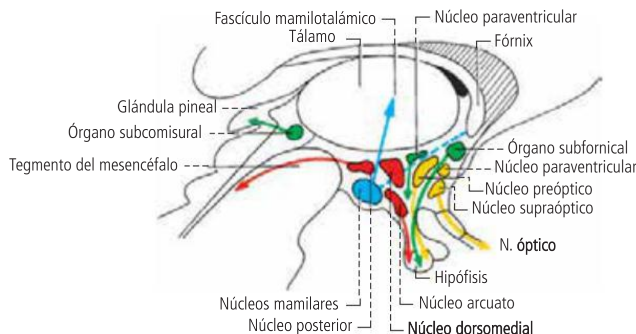


Fig. 40-1. Hipotálamo con sus núcleos, vista medial.

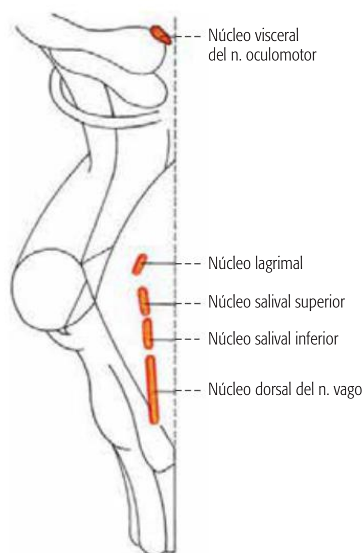


Fig. 40-2. **Centros vegetativos (parasimpáticos) del tronco cerebral, vista posterior, lado izquierdo.**

(proveniente del plexo simpático carotídeo interno), formando el nervio del conducto (canal) pterigoideo, a través del cual alcanzan el **ganglio pterigopalatino** (esfenopalatino) [de Meckel], del que emergen fibras posganglionares que se unen al nervio maxilar, para seguir luego al nervio cigomático y alcanzar a través de su ramo cigomaticotemporal al nervio lagrimal, y terminar en la glándula lagrimal. Algunas fibras posganglionares terminan en las cavidades nasales.

– **Núcleo visceral del nervio oculomotor:** se encuentra alrededor del núcleo del nervio oculomotor, en la porción superior del **mesencéfalo**. Sus fibras forman parte del nervio oculomotor y alcanzan el **ganglio ciliar**, del que parte la inervación para las fibras musculares del esfínter de la pupila y del músculo ciliar.

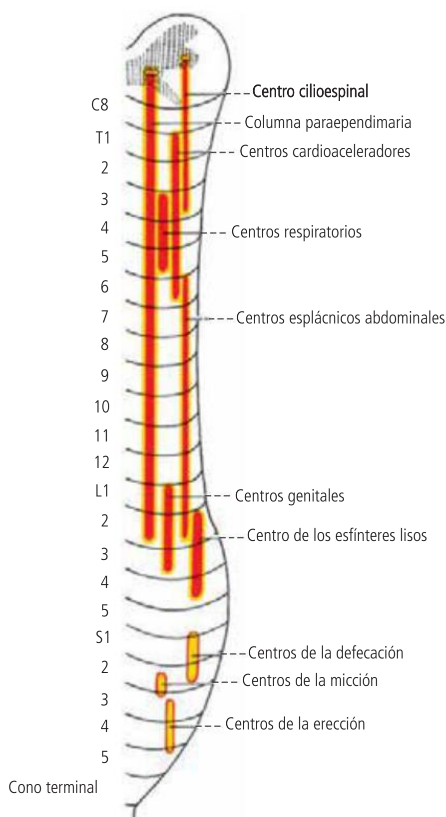


Fig. 40-3. **Centros vegetativos de la médula espinal (según Bourret y Louis). Rojo-círculo amarillo: centro simpático. Amarillo-círculo rojo: centros parasimpáticos.**

CENTROS AUTÓNOMOS DE LA MÉDULA ESPINAL

Estos centros son simpáticos o parasimpáticos (**fig. 40-3**).

Los cuerpos de las neuronas que corresponden a estos centros están ubicados en el **asta lateral** de la médula espinal [asta intermediolateral].

En la médula espinal, los centros vegetativos se hallan principalmente en los segmentos espinales que se extienden de **C8** a **L2** y de **S1** a **S4**. El segmento cervical, junto con el torácico y el lumbar, forman el sector central del sistema nervioso simpático.

En la médula sacra, los centros vegetativos constituyen el sector central del parasimpático. Se les reconoce una parte anterior o visceromotriz y una parte posterior o viscerosensitiva. Las columnas del asta lateral de la médula espinal se prolongan hacia las astas ventral y dorsal, en forma variable según las regiones.

De los centros situados en esta columna, tienen fundamental importancia el centro cilioespinal [de Budge], dilatador de la pupila, situado entre C8 y T2, los centros respiratorios de T3 a T5 y los centros esplácnicos abdominales de T6 a T12.

En la médula sacra, la prolongación del asta lateral representa el sistema parasimpático, situado en los segmentos sacros S1 a S4. Estos centros pertenecen a las vísceras pelvianas.

Porción simpática

ORGANIZACIÓN GENERAL

Corresponde al componente periférico del sistema nervioso vegetativo y, dentro de él, al simpático en particular. Está compuesto por fibra preganglionar, ganglio, fibra posganglionar y órgano efector.

El tronco simpático. Es una formación de ganglios conectados entre sí por filetes nerviosos que constituyen ramos interganglionares. Se extiende desde la base del cráneo (ganglio cervical superior) hasta la extremidad inferior de la columna (cóccix), donde se reúne con su homólogo opuesto por un asa nerviosa de la cual está suspendido el **ganglio impar**. En las fibras que lo integran, el impulso nervioso marcha de arriba hacia abajo o viceversa.

Los ganglios del tronco simpático. Son masas nerviosas de volumen y forma muy variables. Corresponden, en teoría, a cada nivel vetrebral. En realidad, numerosas fusiones reducen su número que es, por lo tanto, inferior al de los nervios espinales. Cada ganglio se comunica con el nervio espinal correspondiente mediante dos filetes nerviosos, los **ramos comunicantes** (**fig. 41-1**):

A. El **ramo comunicante blanco** es posteromedial, sus axones están rodeados por una vaina de mielina y se lo encuentra solo de T1 a L2 inclusive.
B. El **ramo comunicante gris** es posterolateral, está formado por fibras nerviosas sin mielina.

En los ganglios se encuentran los cuerpos neuronales de las neuronas postsinápticas del sistema simpático. Cada ganglio constituye, pues, un **centro nervioso vegetativo periférico** cuyas conexiones son las siguientes: con el **nervio espinal** por los dos **ramos comunicantes**, con los **ganglios** adyacentes por el **tronco simpático** y con la **periferia** por los **nervios simpáticos**. Estos son nervios amielínicos (fibras grises).

Vías simpáticas eferentes

Están destinadas a la inervación de las estructuras viscerales de todo el cuerpo (músculos lisos y glándulas) (**fig. 41-2**). Son vías de dos neuronas dispuestas en serie, una preganglionar y otra posganglionar.

A. Primera neurona (presináptica o preganglionar): su cuerpo se ubica en los centros vegetativos simpáticos de la médula espinal, en el asta lateral. Su axón, poco mielinizado, atraviesa el asta anterior de la médula espinal y se incorpora a la raíz anterior del nervio espinal que emerge de este segmento. Luego de un trayecto breve se desprende del nervio espinal como **ramo comunicante blanco** para alcanzar el tronco simpático. En este punto, dependiendo de la estructura que inerve, el axón puede seguir tres caminos diferentes para llegar a la segunda neurona de la vía:

- Hacer sinapsis en el ganglio simpático del mismo nivel con la segunda neurona.
- Ascender o descender por el tronco simpático y hacer sinapsis con una segunda neurona ubicada en un nivel diferente al suyo.

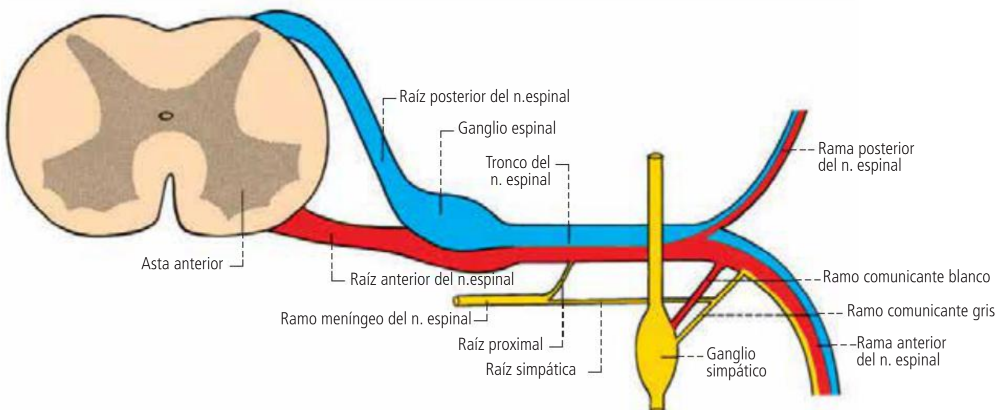


Fig. 41-1. Esquema de un nervio espinal.

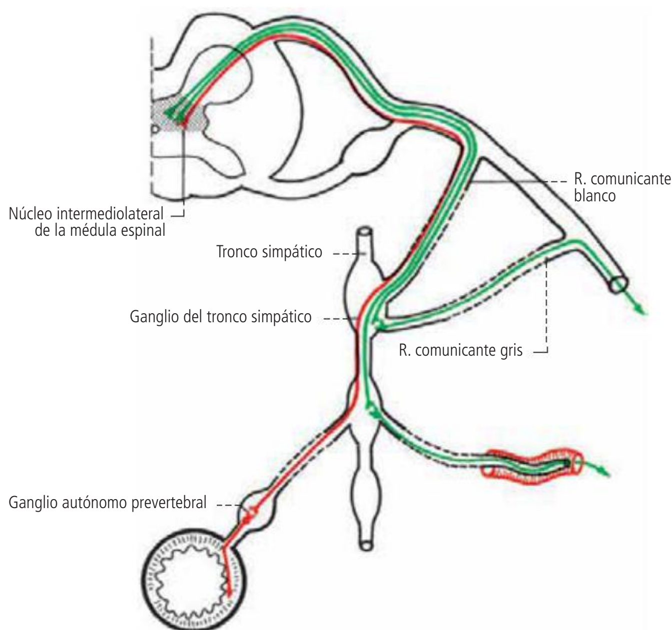


Fig. 41-2. **Vías eferentes del sistema simpático. En rojo, fibras para el sistema entérico. En verde, fibras somáticas.**

- Atravesar un ganglio del tronco simpático, sin establecer una sinapsis en él e incorporarse a un nervio esplácnico para llegar a la segunda neurona ubicada en un ganglio simpático prevertebral.

B. Segunda neurona (postsináptica o posganglionar): su cuerpo se ubica en un ganglio simpático paravertebral (en el tronco simpático) o prevertebral (en los ganglios torácicos esplácnicos, celíacos, aorticorrenales, mesentéricos superiores e inferiores).

- Los ganglios paravertebrales reciben los ramos comunicantes blancos, provenientes de los nervios espinales, que contienen los axones poco mielinizados de las neuronas presinápticas. En su interior se establece la sinapsis entre la primera y la segunda neurona de la vía eferente simpática y, mediante un **ramo comunicante gris**, el axón de la neurona postsináptica puede tomar dos caminos alternativos. El primero: se dirige hacia un nervio espinal para inervar estructuras de los miembros o paredes corporales. El segundo camino: el axón forma los nervios cardíacos y pulmonares y plexos autonómicos torácicos.
- Los ganglios prevertebrales reciben a los nervios esplácnicos, que contienen a los axones de las neuronas presinápticas que atravesaron el tronco simpático y los ganglios paravertebrales sin establecer sinapsis en ellos. En el interior de los ganglios prevertebrales se establece la sinapsis entre la primera y la segunda neurona, y de ellos emergen los nervios para las vísceras correspondientes.

Vías simpáticas aferentes o sensitivas

El sistema nervioso autónomo recibe información aferente mediante diferentes tipos de receptores (**fig. 41-3**). Estos son: **nociceptores**, que se activan frente a estímulos nocivos, y una variedad de **receptores fisiológicos**, que monitorizan las funciones viscerales. En el caso de la división simpática, los receptores se vinculan con la prolongación periférica de neuronas seudounipolares. Estas prolongaciones periféricas realizan el camino inverso a los axones de las neuronas eferentes posganglionares desde el receptor hasta el cuerpo neuronal. Una vez que alcanzan el tronco simpático se incorporan al ramo comunicante blanco para llegar al nervio espinal. A través de la raíz posterior del nervio espinal llegan al cuerpo neuronal, en el ganglio espinal de los niveles T1 a L2. Del cuerpo neuronal parte la prolongación central de la neurona aferente. Esta prolongación asciende o desciende por el fascículo posterolateral de la médula espinal, hacia las láminas I y V o VII y VIII. En estas láminas se encuentran los cuerpos de las siguientes neuronas de la vía aferente simpática. Estas neuronas se proyectan hacia niveles superiores incorporándose al sistema anterolateral contralateral (si provienen de las láminas I y V) o a través del sistema espinorreticular (si provienen de las láminas VII y VIII). Además de estas vías descritas, otras prolongaciones centrales ingresan en la médula espinal y hacen sinapsis con la neurona preganglionar simpática, ubicada en el asta lateral del mismo nivel en el que se encuentra el ganglio espinal, conformando un arco reflejo local.

TRONCO SIMPÁTICO [CADENA GANGLIONAR LATEROVERTEBRAL]

Cadena ganglionar situada a cada lado de la columna vertebral desde la base del cráneo hasta el cóccix.

Sus diferentes segmentos son: cervical, torácico, lumbar y sacro. Se estudian también los plexos viscerales formados por sus ramos.

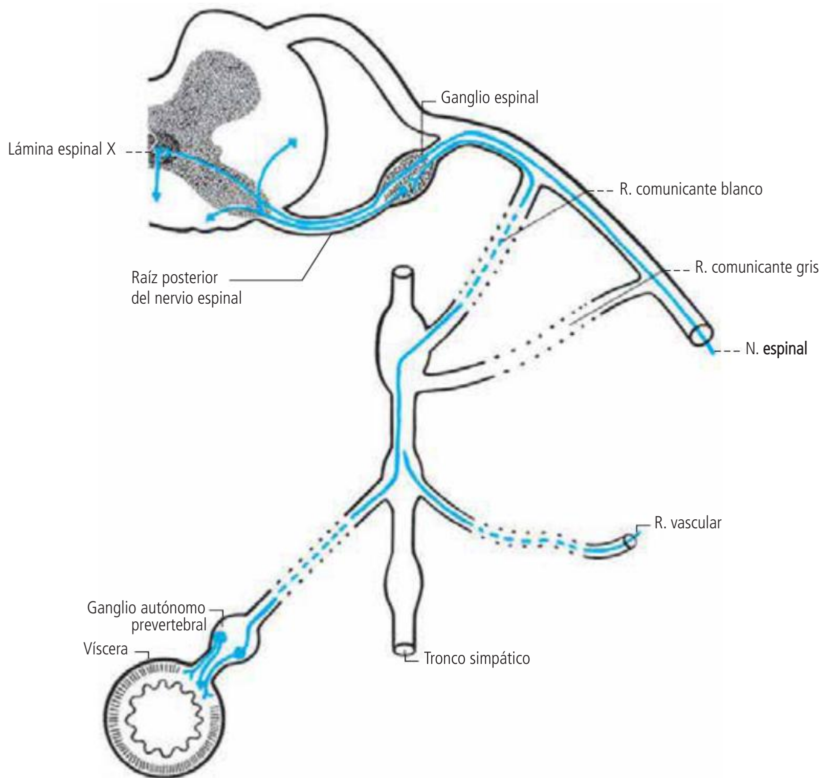


Fig. 41-3. Vías aferentes del sistema simpático.

Tronco simpático cervical

Se extiende desde la base del cráneo hasta la abertura superior del tórax (**fig. 41-4**). Está representado a ambos lados por un cordón fino que se ensancha en **tres ganglios**: **superior**, **medio** (inconstante) e **inferior**. Este último muy a menudo se halla fusionado en el primer ganglio torácico: constituye el **ganglio estrellado** (ganglio cervicotorácico). La cadena se desdobla a veces en contacto con la arteria tiroidea inferior.

Se estudian la forma, las relaciones y la distribución del ganglio cervical superior, del tronco simpático con el ganglio medio y del ganglio estrellado.

Ganglio cervical superior

Descripción

Formado por la fusión de los ganglios C1 a C4 inclusive, es voluminoso y fusiforme. Mide de 5 a 6 cm de largo por 6 a 12 mm de ancho. De él emergen numerosos ramos colaterales.

Relaciones

Está situado en el **espacio retroestíleo**, ligeramente oblicuo hacia abajo y lateralmente (**figs. 41-4** y **41-5**). Su polo inferior excede a menudo la región hacia abajo. Constituye el elemento descendente y más posterior de este espacio.

Relaciones con las paredes. Está aplicado atrás, contra la lámina prevertebral de la fascia cervical que lo separa de los músculos largo del cuello y recto anterior de la cabeza, delante de los tres primeros procesos [apófisis] transversos cervicales. Es lateral a la pared faríngea y a los tabiques sagitales posteriores, y medial al proceso mastoides, tapizado por el vientre posterior del músculo digástrico, acompañado por la arteria occipital. Se encuentra separado de la pared anterior del espacio (músculos estíleos y aleta de la faringe) por los nervios y vasos de la región retroestílea.

Elementos satélites. Detrás del ganglio cervical superior pasa el nervio hipogloso, que lo cruza de medial a lateral y de arriba hacia abajo, contorneando su polo superior. Hacia adelante, su polo superior se relaciona con la **arteria carótida interna** y su polo inferior, con la **vena yugular interna**. Entre el simpático y los vasos se interpone el **ganglio inferior del nervio vago**, de menor tamaño, contenido en la vaina vascular carotídea. Los nervios glosofaríngeo e intermedio están más alejados, situados adelante y medial el primero, y adelante y dirigido lateralmente, el segundo.

Distribución

Proporciona numerosos ramos que contienen en especial fibras eferentes (**fig. 41-6**):

– **Nervio carotídeo interno:** es un ramo voluminoso que llega a la arteria carótida interna y se divide para formar el

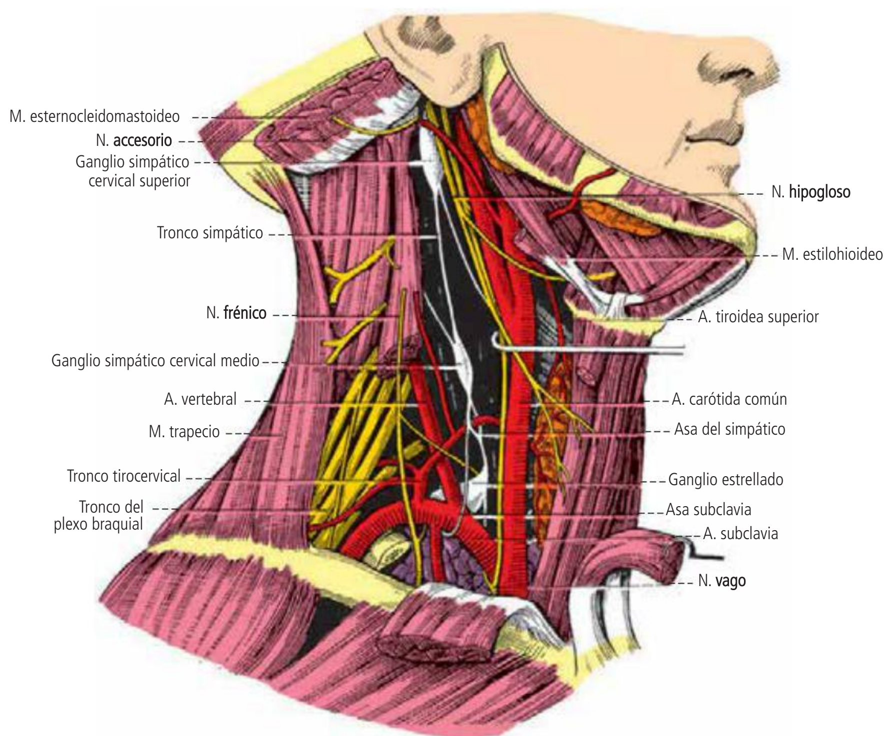


Fig. 41-4. Tronco simpático cervical (el sistema simpático está en blanco).

plexo carotídeo interno. Este plexo sigue a la arteria en su trayecto intrapetroso y en el seno cavernoso. Termina por ramos periarteriales alrededor de la arteria oftálmica y ramos cerebrales de la carótida interna. Durante su trayecto, el plexo carotídeo interno da: **nervios carotidotimpánicos** (comunicación con el plexo timpánico proveniente del nervio glosofaríngeo); el **nervio petroso profundo** (que forma parte del nervio del conducto pterigoideo); la **raíz simpática del ganglio ciliar** (para la inervación iridodilatadora); la raíz simpática del ganglio submandibular y el **nervio pineal** (para la glándula pineal). El nervio carotídeo interno tiene gran valor funcional, pues comanda la vasomotricidad de las arterias del cerebro, ramas de la carótida interna.

- **Nervio petroso profundo**. Este nervio está formado por fibras simpáticas provenientes del plexo carotídeo interno, que se unen con el nervio petroso mayor para formar el nervio del conducto pterigoideo.
- **Nervio del conducto pterigoideo** [vidiano]. Este nervio está ubicado en el conducto pterigoideo, a nivel de la raíz del proceso [apófisis] pterigoides. Está formado por fibras simpáticas y parasimpáticas provenientes de los nervios petroso mayor y profundo, que se dirigen hacia el ganglio pterigopalatino.
- **Raíz simpática del ganglio submandibular**. Son fibras simpáticas provenientes del plexo carotídeo interno, que llegan al ganglio submandibular a través de la arteria facial sin hacer sinapsis en él.
- **Ramos comunicantes para los nervios del espacio retroestíleo:** además de los filetes directos para el nervio vago y el nervio hipogloso, el ganglio cervical superior envía: el **nervio yugular** [de Arnold] para el ganglio superior del vago y un ramo para el ganglio inferior del glosofaríngeo.
- **Ramos comunicantes:** para los tres primeros nervios cervicales.
- **Ramos vertebrales:** posteriores, para el cuerpo de la 2.ª y 3.ª vértebra cervical y a veces para la 4.ª.
- **Ramos anteriores:** para las arterias carótidas y por las ramas de la carótida externa, y por último para el glomus carotídeo. Dan origen al nervio carotídeo externo.
- **Ramos internos, viscerales:** destinados al plexo faríngeo, a la laringe (**ramos laringofaríngeos**), al esófago y finalmente, al corazón (**nervio cardíaco cervical superior** del simpático).
- **Ramo interganglionar:** parte del polo inferior del ganglio cervical superior hacia el ganglio cervical medio.

Anatomía funcional

De este centro simpático depende un vasto territorio, puesto que cubre el cerebro y el órgano de la visión. Asegura la vasomotricidad de la cara, de las glándulas salivales, de la glándula tiroides, de la laringe, y participa en la inervación vegetativa de la faringe y del esófago. Envía también un ramo al plexo cardíaco.

La difusión del **sistema simpático** es tal, que se puede extirpar el ganglio cervical superior sin provocar trastornos graves (Jaboulay). Se lo aborda por la vía cervical, retroesternocleidomastoidea.

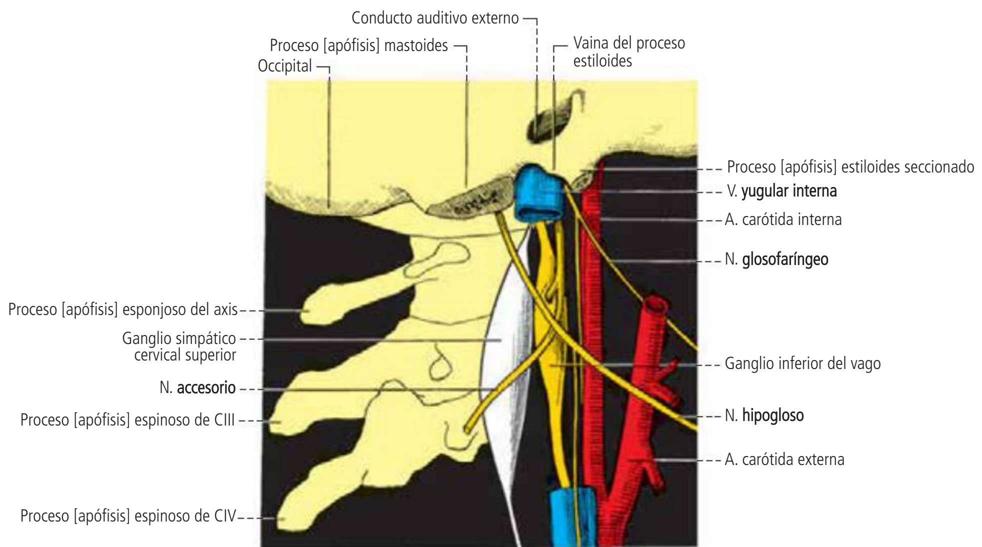


Fig. 41-5. **Vista lateral derecha esquemática de los nervios y de los vasos en el espacio retroestíleo.**

Ganglio cervical medio

Situación y relaciones

El tronco simpático cervical es fino y vertical. Se sitúa en el plano posterior de la región carotídea, entre el músculo escaleno anterior y el largo del cuello; está cubierto por la lámina prevertebral de la fascia cervical. Se encuentra detrás del eje carotídeo.

El ganglio medio representa la fusión de los ganglios C5 y C6. Es un ganglio inconstante. Cuando existe, se lo encuentra a la altura de la arteria tiroidea inferior, cerca de su arco, donde cruza la cara anterior del tronco simpático, algo por debajo o a nivel del tubérculo carotídeo. En caso de que el ganglio esté ausente, el **ramo interganglionar simpático** cruza la arteria tiroidea inferior y puede formarle un ojal.

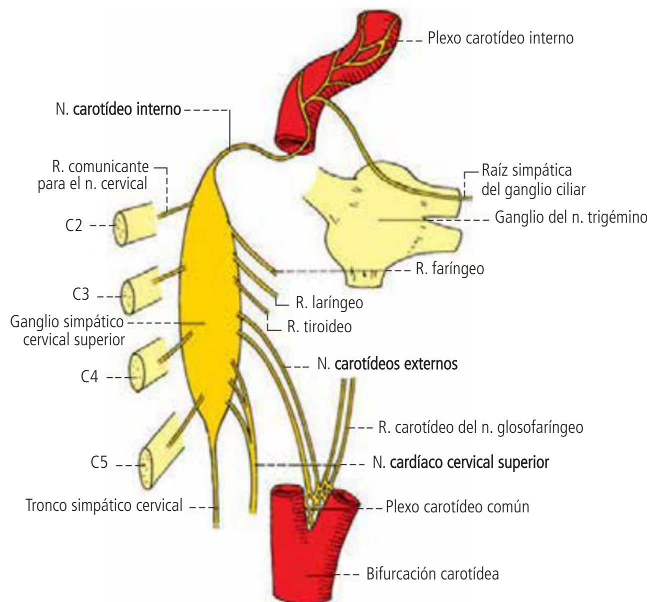


Fig. 41-6. **Ramos del ganglio simpático cervical superior derecho.**

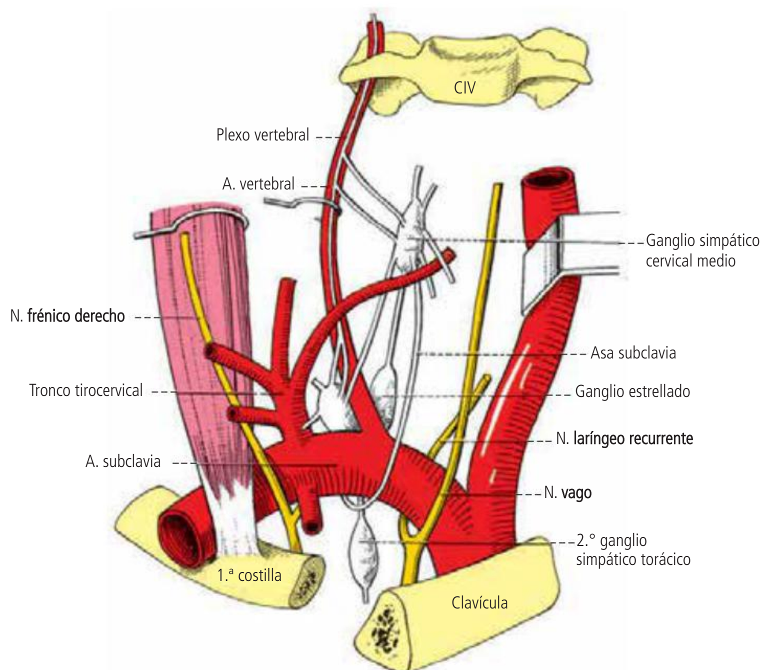


Fig. 41-7. Ganglio estrellado (cervicotorácico), relaciones anteriores, lado derecho.

Distribución

Cuando existe, el **ganglio cervical medio** da como colaterales: ramos tiroideos independientes de las arterias, ramos vasculares (carótida común, tiroidea superior), ramos cardíacos (el **nervio cardíaco cervical medio** se origina en el ganglio) y ramos comunicantes para el 4.to y 5.to nervio cervical.

Anatomía funcional

Se debe recordar que, de acuerdo con la disposición general del sistema simpático, el **ramo interganglionar simpático cervical** transporta impulsos nerviosos dirigidos, por lo general, de abajo hacia arriba. Uno de los más importantes es el impulso **iridodilatador**: la sección del tronco simpático cervical produce miosis (estrechamiento del diámetro pupilar).

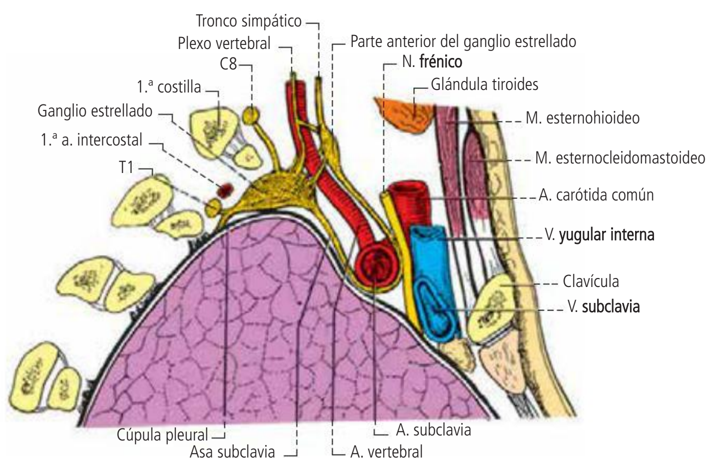


Fig. 41-8. Corte sagital paramediano derecho que pasa por la cúpula pleural.

Ganglio cervical inferior

En las tres cuartas partes de los casos, aproximadamente, está fusionado al 1.er ganglio torácico formando su conjunto el **ganglio estrellado** (figs. 41-7 y 41-8).

Cuando el ganglio cervical inferior está aislado presenta una forma variable, redondeada u oblonga, o semilunar de concavidad dirigida hacia arriba y lateral, abrazando la cara posterior y medial del comienzo del trayecto de la arteria vertebral; no es raro observar un semianillo que completa adelante un cordón gris tendido de un extremo al otro del ganglio.

El volumen del ganglio aislado es variable, pero siempre pequeño; no excede una longitud de unos 15 a 20 mm y un ancho de 7 a 11 mm. Corresponde a la fusión de los ganglios C7 y C8. Está conectado con el ganglio medio por fibras que se extienden de uno al otro y abrazan como un asa a la arteria subclavia formando el **asa subclavia** [de Vieussens]. Sus ramos eferentes se dirigen a los nervios espinales C7 y C8, alrededor de la arteria vertebral constituyendo el **plexo vertebral**, y el **nervio cardíaco cervical inferior**, que va a integrar el plexo cardíaco.

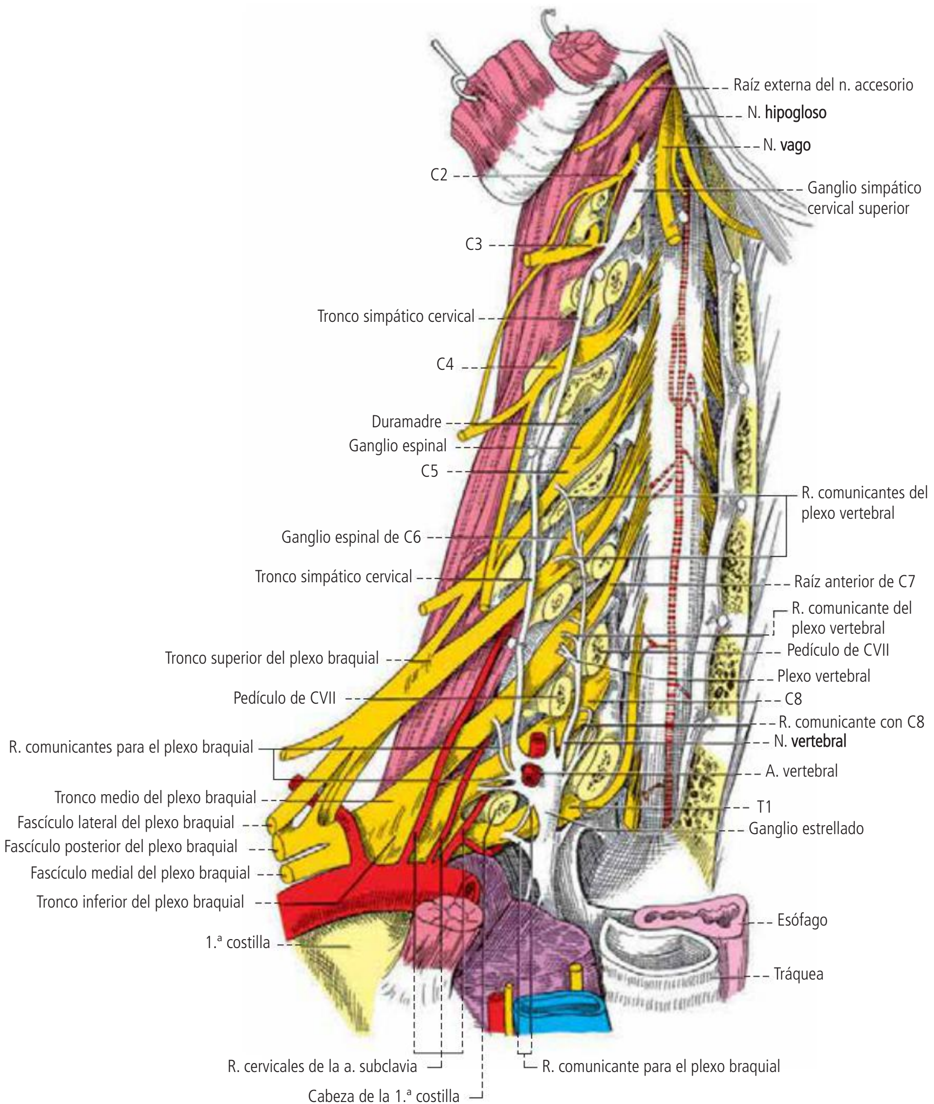


Fig. 41-9. Vista anterior de los nervios cervicales, el plexo cervical y el plexo braquial. Los cuerpos vertebrales y la pared anterior de los forámenes intervertebrales han sido extirpados. En blanco, formaciones nerviosas pertenecientes al sistema simpático.

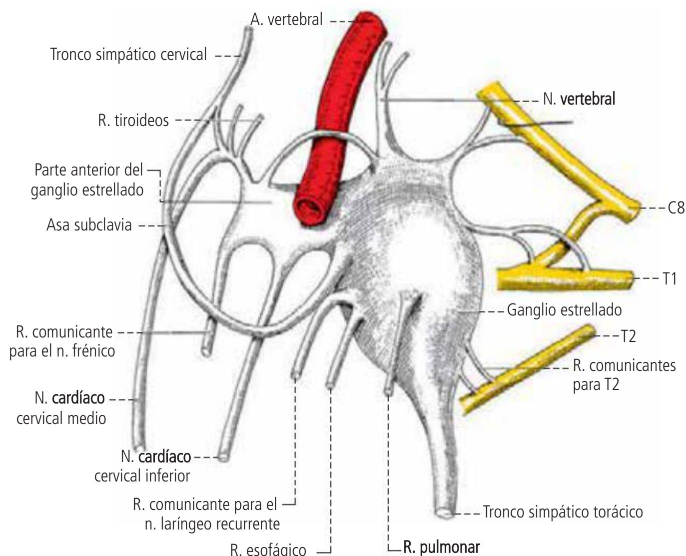


Fig. 41-10. Ganglio estrellado izquierdo, vista anterior (según Guillaume).

Ganglio estrellado (cervicotorácico)

Descripción

Constituye la masa común del **ganglio cervical inferior** y del **1.er ganglio torácico**, que tiene la forma de un cono con base superior prolongado hacia abajo por el ramo interganglionar del simpático torácico y numerosas conexiones que reúnen estos dos ensanchamientos alrededor de la arteria vertebral que se insinúa entre ellos. El **ganglio cervicotorácico** debe su nombre **estrellado** a los ramos que se originan de él, dándole "forma de estrella".

Relaciones

El ganglio estrellado está situado frente al cuello de la 1.ª costilla dirigido hacia abajo, atrás y medialmente, y está contenido en la fosa suprarretropleural [Sebileau] (**figs. 41-8** y **41-9**).

Límites. Están determinados por las paredes de la fosa suprarretropleural, situada en los confines de tres regiones: esternocleidomastoidea baja, región lateral del cuello medial y abertura superior del tórax, con el mediastino superior. La fosa está limitada, abajo y adelante, por la vertiente posterior y superior de la cúpula pleural, atrás, por el cuello de la 1.ª costilla; medialmente, por el ligamento vertebropleural y lateralmente, por los ligamentos transverso y costopleural.

Relaciones con elementos vecinos. Por adelante, se halla la arteria subclavia, que origina aquí a la **arteria vertebral**. Esta arteria pasa por detrás del ganglio medio y por delante de la masa principal del ganglio estrellado para dirigirse arriba hacia al foramen transverso de la 6.ª vértebra cervical; lateral al ganglio pasa el **tronco costocervical** proveniente de la arteria subclavia; detrás, el ramo anterior del 1.er nervio torácico emerge bajo el cuello de la 1.ª costilla y se une a C8 para formar el tronco inferior del plexo braquial. Medialmente se encuentra el cuerpo de la 1.ª vértebra torácica.

Relaciones a distancia. El ganglio estrellado se encuentra oculto profundamente: detrás, por los músculos trapecio y elevador de la escápula, que cubren las dos primeras costillas; por delante, el eje carotídeo, la desembocadura de la vena yugular en la subclavia y el músculo esternocleidomastoideo son otros obstáculos para su acceso, y lateralmente los músculos escalenos separan el ganglio del triángulo omoclavicular.

Distribución

Se distinguen cuatro grupos de ramos (**figs. 41-9** y **41-10**):

A. Ramos comunicantes del plexo braquial: se disponen en un plano superficial (para las cinco raíces del plexo braquial); se originan directamente del ganglio y un plano profundo constituido por ramos que se desprenden del nervio vertebral y terminan en cada raíz del plexo (son constantes para C5, C6 y C7).

B. Ramos laterales o vasculares: para la arteria subclavia y sus colaterales, extendiéndose hasta la porción inicial de la arteria axilar.

C. Nervio vertebral: es un ramo ascendente que nace del **ganglio estrellado** por varias raíces. Acompaña a la **arteria vertebral** en su trayecto, ramificándose y formando a su alrededor un plexo que se continúa en las ramas de la arteria, sobre el tronco basilar y sus ramas. Tiende a situarse por detrás de la arteria a la que inerva. Proporciona ramos comunicantes profundos para el plexo braquial y la **raíz simpática del ramo meníngeo del nervio espinal** [nervio sinuvertebral] de cada foramen intervertebral. Rara vez sobrepasa el plano de la 5.ª vértebra cervical; a veces es completado por nervios vertebrales superiores o inferiores.

D. Ramos descendentes:

- El **asa subclavia** (que contiene las fibras de la vía irido-dilatadora del ojo), que se dirige hacia abajo y adelante, describe un arco bajo la arteria subclavia, asciende por delante de ella y se une al ramo interganglionar cervical simpático.
- Un ramo comunicante para el nervio vago y otro para el nervio frénico.
- El **nervio cardíaco cervical inferior**.
- Filetes para el esófago y la cúpula pleural.

Anatomía funcional

Es un centro importante que comanda especialmente la vasomotricidad del miembro superior y de la arteria vertebral (encéfalo). Solo es atravesado por las fibras del simpático, iridomotoras. Se puede infiltrar este ganglio para modificar la vasomotricidad del miembro superior (espasmos arteriales, osteoporosis, artrosis) y para calmar molestias de tipo simpático. La **estelectomía** (ablación quirúrgica del ganglio) puede practicarse sea por vía anterior, atravesando el músculo esternocleidomastoideo y pasando medial a los vasos carotídeos (vía de Leriche), o por vía lateral, seccionando el músculo escaleno anterior (vías de Gask y de Ross), o bien por vía posterior interescapulovertebral, con resección de la 1.ª costilla (H. Suárez y Ruiz Liard).

Tronco simpático torácico

El tronco simpático torácico se extiende desde el ganglio estrellado por arriba, hasta su travesía diafragmática por abajo, desde donde se continúa en el abdomen por el simpático lumbar.

Descripción

Se presenta en forma de un cordón fino y aplanado interrumpido en la mitad de cada vértebra por un ganglio aplanado, de forma variable (**fig. 41-11**). Su calibre disminuye a partir del 7.mo ganglio, con el origen de los nervios esplácnicos. El último ganglio torácico a menudo está fusionado con el 1.er ganglio lumbar.

Situación y relaciones

El tronco simpático torácico es laterovertebral, situado algo adelante de las articulaciones costovertebrales. Sigue la curvatura torácica, cóncava hacia adelante. Es fijo: está adosado a la pared torácica por la pleura parietal y conectado atrás con los nervios intercostales por los ramos comunicantes.

Está en relación: lateralmente, con la pleura parietal, de la que se encuentra separado por la fascia endotorácica; ambas lo separan de la cavidad pleural y del pulmón; medialmente, con los cuerpos vertebrales y los discos intervertebrales; en la concavidad del cuerpo vertebral pasan los vasos intercostales, situados medialmente y detrás del tronco simpático; las venas intercostales terminan, adelante y mediales al tronco, en la vena ácigos a la derecha y en las venas hemiácigos y hemiácigos accesoria a la izquierda; y atrás, con el extremo posterior de los espacios intercostales y su contenido.

Distribución

Ramos comunicantes. Destinados a los nervios intercostales, emergen de la parte lateral de los ganglios. El nervio intercostal recibe sus ramos comunicantes del tronco situado debajo de él. Se dirigen de abajo hacia arriba y de medial a lateral. Pueden recibir un ramo del segmento suprayacente.

Ramos viscerales y vasculares. Van al pulmón (plexo pulmonar), al esófago, a la aorta y al corazón. Los ramos cardíacos torácicos participan en la constitución del plexo cardíaco.

Ramos abdominales. Nervios esplácnicos torácicos (**figs. 41-11** y **41-12**). Los nervios esplácnicos mayor y menor son nervios que se originan en el tórax, atraviesan el diafragma e inervan órganos abdominales. El nervio esplácnico imo (inferior) es inconstante.

A. Nervio esplácnico mayor: se origina de los ganglios 5.° a 9.°, y del tronco adyacente, por raíces dirigidas hacia abajo y medialmente. Su reunión es a veces marcada por el **ganglio torácico esplácnico** [de Lobstein]. El nervio así constituido se aproxima al plano mediano, en contacto con las vértebras, para volverse prevertebral. Atraviesa el diafragma, se acoda medialmente y termina en el asta lateral del ganglio celíaco. En el tórax está cubierto por la pleura parietal sin adherirse a ella, luego se sitúa en el mediastino posterior delante de la columna vertebral y de los vasos intercostales, lateral a la aorta, al esófago, a las venas ácigos y al conducto torácico. Atraviesa el diafragma pasando, en general, entre el pilar y la parte muscular del ligamento arqueado medial en compañía de la raíz medial de la vena lumbar. En esta travesía se coloca a los lados del hiato aórtico. En el abdomen, el trayecto del nervio esplácnico mayor es breve (2 cm). Es transversal, se dirige algo hacia abajo, aplicado contra el pilar del diafragma. Profundo, está oculto por la vena cava inferior a la derecha y por la glándula suprarrenal a la izquierda. Después de haber abandonado numerosos ramos directos a la glándula suprarrenal (tanto a la derecha como a la izquierda), llega al ganglio celíaco del plexo celíaco, al cual le proporciona su contingente simpático. También contiene fibras aferentes simpáticas.

B. Nervio esplácnico menor: procede del 9.° al 11.° ganglio torácico. Se dirige hacia abajo medialmente y permanece lateral al nervio esplácnico mayor, con el cual comparte las relaciones torácicas. Atraviesa el diafragma por el mismo orificio que el tronco simpático y termina en el plexo celíaco.

C. Nervio esplácnico imo: se origina del 12.° ganglio torácico. Es, pues, casi abdominal desde el comienzo. Termina en el origen de la arteria renal y en el ganglio aorticorrenal.

La disposición de los nervios esplácnicos es variable; comunicados entre ellos, se completan para proporcionar ramos de tres órdenes: suprarrenales (directos) para los plexos celíacos y renales; para el plexo aórtico abdominal, la vena ácigos y el conducto torácico, y para los pilares del diafragma.

Analizando los nervios esplácnicos con los ganglios simpáticos de los que aparentemente se originan, surge que:

- En realidad, estos nervios son ramos comunicantes blancos, de modo que atraviesan los ganglios torácicos sin hacer sinapsis en ellos.
- Se trata de fibras preganglionares y la sinapsis se realiza a nivel del plexo celíaco, desde donde sale la fibra posganglionar que se incorpora a las arterias viscerales para alcanzar el órgano efector.
- Los ramos terminales de los nervios vagos que transportan fibras del parasimpático craneal, del mismo modo, terminan aparentemente en los ganglios del plexo celíaco, pero aquí

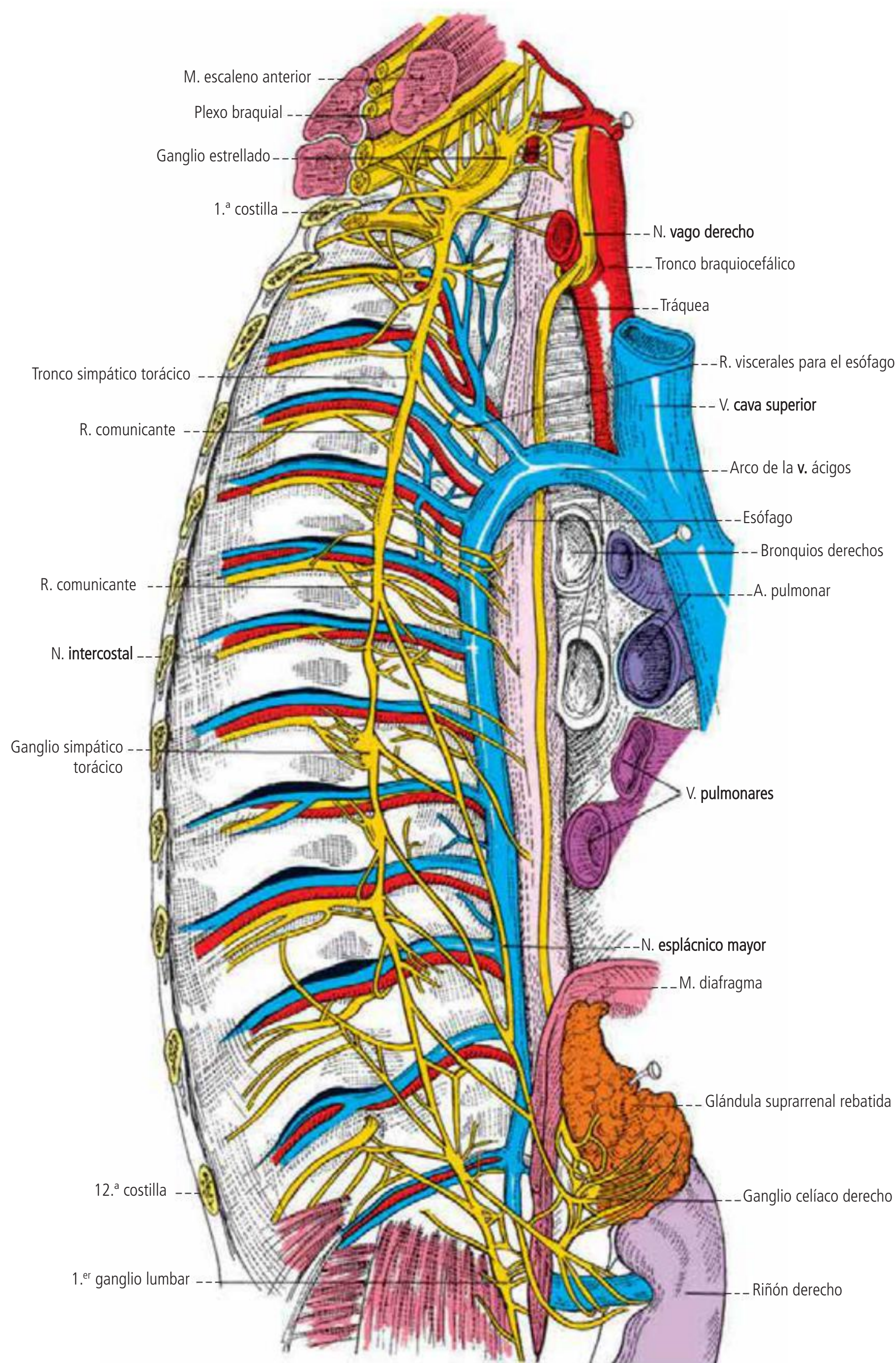


Fig. 41-11. Tronco simpático torácico, lado derecho. (La pleura parietal y la fascia endotorácica han sido extirpadas).

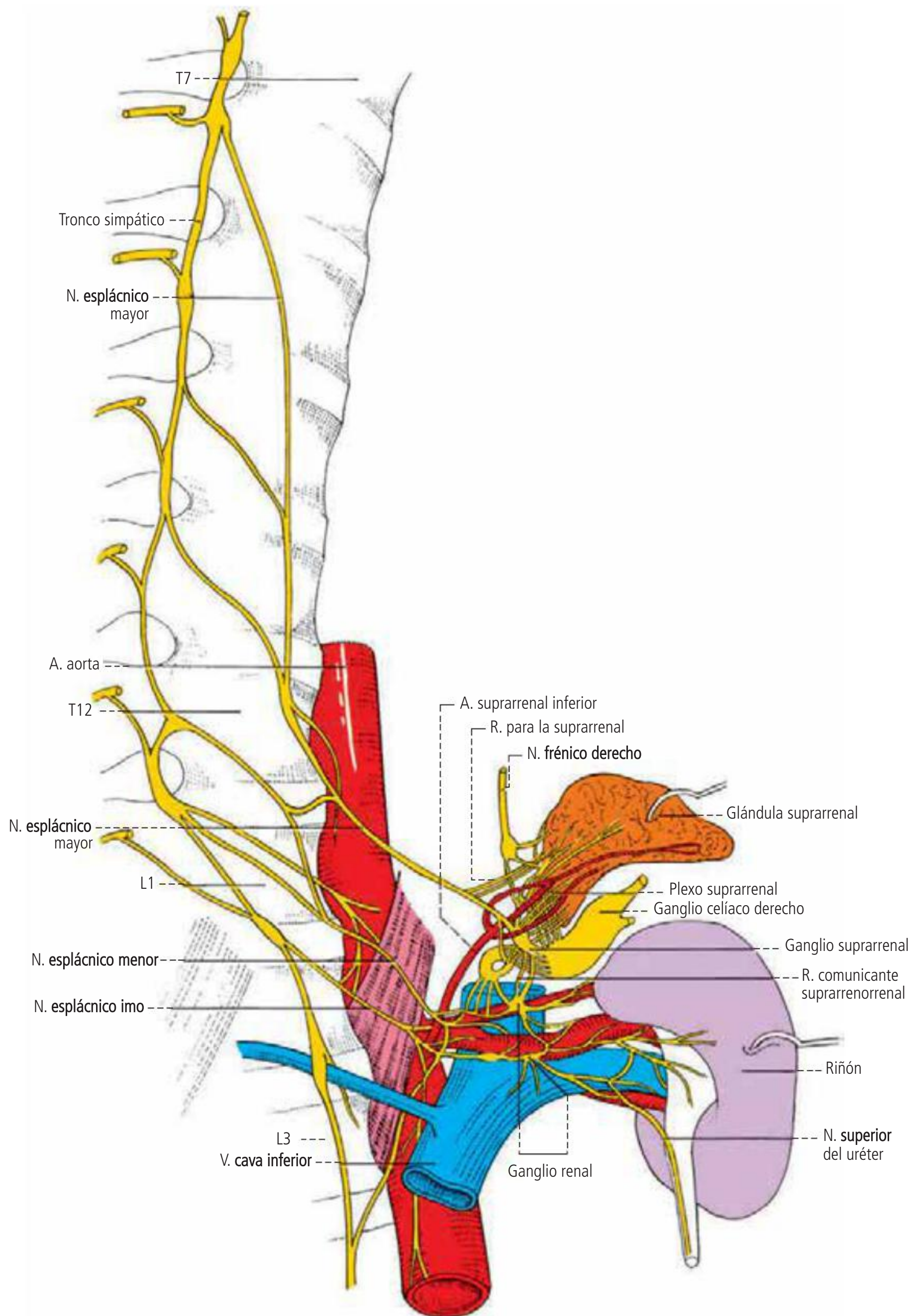


Fig. 41-12. **Nervios esplácnicos con nervios del riñón y de la glándula suprarrenal (A. Latarjet y Bertrand).**

ocurre algo similar: las fibras parasimpáticas atraviesan estos ganglios y hacen sinapsis en los ganglios situados en las paredes de las vísceras (González García y Grandi).

Anatomía funcional

Por los ramos comunicantes intercostales. El tronco simpático torácico asegura funciones vasomotoras, pilomotoras y sudoríparas de topografía metamérica.

Por los ramos vasculares. En la parte superior proporciona fibras que ascienden y pertenecen a la vía iridomotora, cuyo centro se encuentra en el 3.er mielómero dorsal, y otras fibras destinadas al miembro superior que pasan por el ganglio estrellado.

Por los ramos viscerales. Proporciona al plexo celíaco fibras preganglionares, y a la suprarrenal, fibras también preganglionares que penetran en la glándula sin ganglio interpuesto, lo que confiere a la médula suprarrenal la misma función de una neurona posganglionar de naturaleza química.

En el ser vivo. El tronco simpático torácico se aborda en su parte superior (por vía dorsal o transpleural) para tratar ciertos síndromes vasomotores del miembro superior, y en su parte inferior con vistas a la esplacnicectomía torácica o toracolumbar, bilateral, antes opuesta a la hipertensión arterial (Lecuire).

El esplácnico abdominal puede ser objeto de una infiltración anestésica (por vía posterolateral) o de una acción quirúrgica (por vía lumbar alta), destinadas a combatir varios síndromes abdominales (pancreatitis crónica, megacolon, atonías posvagotomías, etc.).

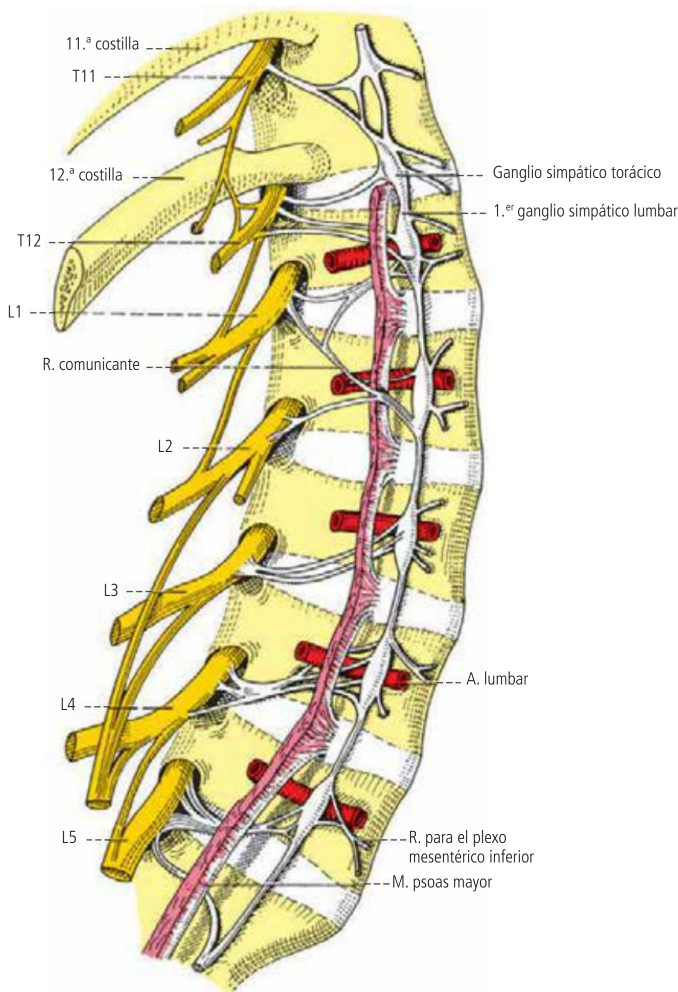


Fig. 41-13. Tronco simpático y plexo lumbar derecho, vista lateral.

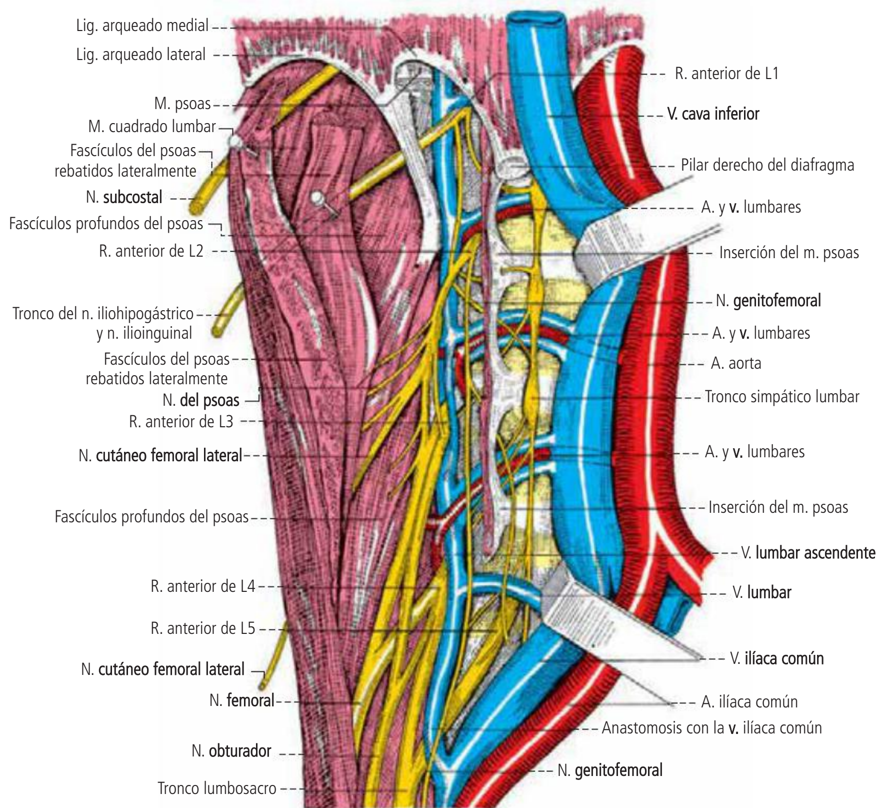


Fig. 41-14. Plexo lumbar derecho después de la sección de las inserciones anteriores del psoas mayor (según Bonniot).

Tronco simpático lumbar

Descripción

Se extiende desde el diafragma, arriba, hasta el promontorio. Está constituido por un cordón delgado que presenta ganglios bastante voluminosos. Estos son cinco, pero el 1.° a menudo está fusionado con el 12.° torácico y el 5.° con el 1.er ganglio sacro. Estos ganglios son fusiformes, bien individualizados.

Situación y relaciones

El tronco se inclina medialmente luego de su travesía diafragmática (**figs. 41-13** y **41-15**). Permanece anterolateral y sigue la lordosis lumbar, convexa hacia adelante. Transcurre entre los pilares del diafragma medialmente y adelante, y el músculo psoas, lateralmente y atrás. Está en relación (**fig. 41-14**): atrás y medial, con las vértebras y los discos intervertebrales; en la concavidad del cuerpo vertebral transcurren las arterias y las venas lumbares; atrás y lateral, con la fascia que recubre al músculo iliopsoas y con el tejido de la celda lumbar que cubre esta fascia; adelante, con la vena cava inferior a la derecha y el peritoneo a la izquierda. De cada lado, la aorta está por adelante y medial al tronco simpático. El tronco simpático lumbar está cruzado por la arteria renal. En su parte inferior, ambos troncos están cruzados por los vasos ilíacos comunes.

Distribución

Ramos comunicantes del plexo lumbar. Dirigidos hacia atrás, penetran en los forámenes osteofibrosos del músculo psoas para llegar al ramo anterior de los nervios lumbares (**fig. 41-13**). Los ramos de los dos primeros nervios son ramos comunicantes blancos y ramos comunicantes grises (fibras eferentes y aferentes).

Ramos óseos, musculares y vasculares. Estos últimos rodean la aorta y descienden por el plexo periarterial sobre los vasos ilíacos.

Ramos viscerales (véase **Plexos prevertebrales**).

Anatomía funcional

Por sus ramos comunicantes. El simpático lumbar proporciona fibras vegetativas a los nervios de la pared abdominal y, sobre todo, de la región anteromedial del muslo por el nervio femoral y el nervio obturador.

Por sus ramos vasculares. Comanda la vasomotricidad del miembro inferior y de la pelvis.

Por sus ramos viscerales. Alcanza el colon y los órganos pelvianos.

En el ser vivo. Se practican la infiltración anestésica (por vía posterolateral) o la sección quirúrgica (por vía lumbar postero-

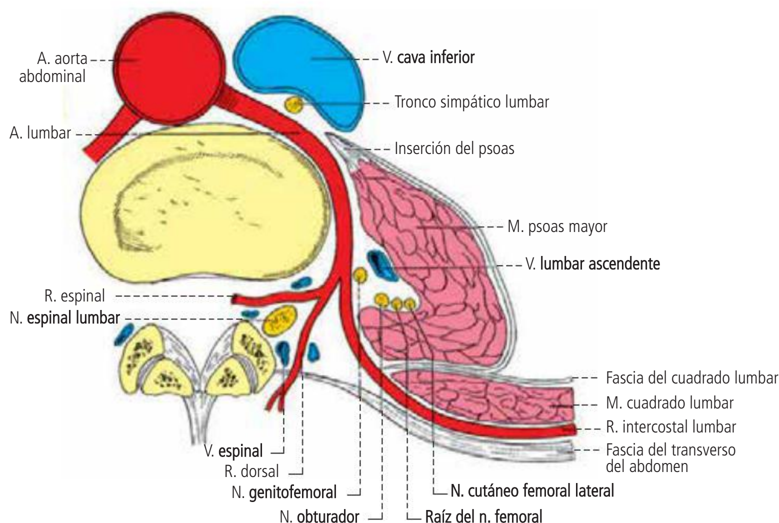


Fig. 41-15. Arteria lumbar derecha, corte horizontal esquemático (según Paturet).

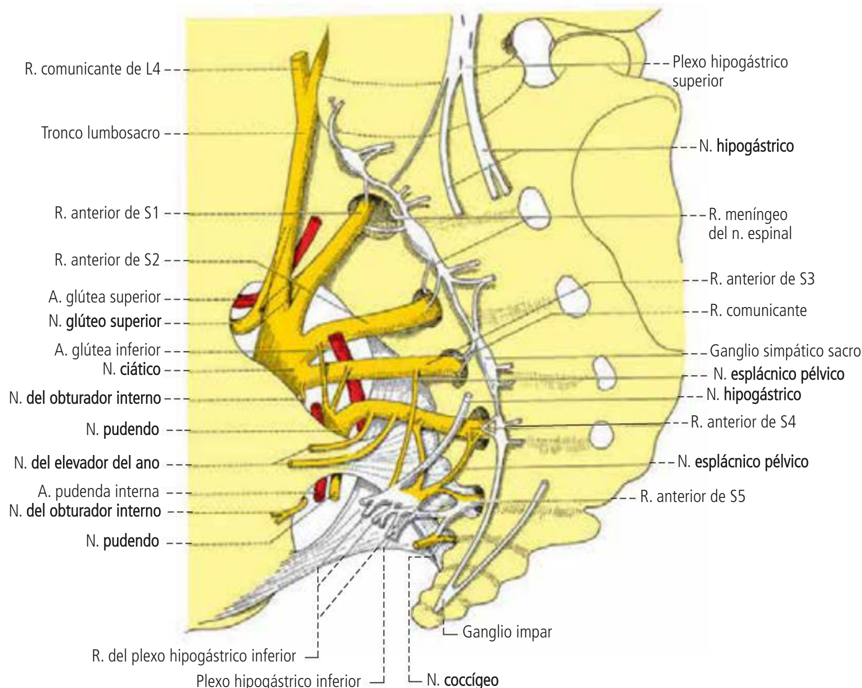


Fig. 41-16. Plexo sacro, nervio pudendo y tronco simpático sacro, lado derecho.

medial) esencialmente para mejorar la circulación venosa y sobre todo arterial del miembro inferior correspondiente.

Tronco simpático sacro

Se extiende desde el promontorio hasta la 1.ª vértebra coccígea, donde los dos troncos a menudo se reúnen, o ligeramente más abajo sobre el cóccix. Este arco puede faltar.

Descripción

Se presenta con el aspecto de un nervio delgado, interrumpido por tres o cuatro ganglios. Menos voluminosos que los ganglios lumbares, los ganglios sacros se encuentran situados a la altura de las vértebras sacras correspondientes.

Situación y relaciones

Aplicado contra la concavidad sacra y adoptando su contorno, el simpático sacro pertenece a la pared posterior de la cavidad pelviana (pelvis menor) (**fig. 41-16**). Es oblicuo hacia abajo y medialmente; se une al tronco del lado opuesto. Se relaciona: atrás, con la cara anterior del sacro y con las inserciones del músculo piriforme, medial a los forámenes sacros anteriores; adelante, con la ampolla rectal, de la cual está separado por la fascia presacra que cierra, por detrás, la celda rectal; lateralmente, con las raíces del plexo sacro y la arteria sacra lateral, y medialmente, con la arteria sacra mediana.

Distribución

Ramos comunicantes. Van a las cuatro raíces sacras. Existen dos o tres ramos por cada raíz.

Ramos óseos, musculares y vasculares. Van a los órganos vecinos (sacro, músculo piriforme, arterias sacras).

Ramos viscerales. Se dirigen al plexo hipogástrico inferior por intermedio de los **nervios esplácnicos sacros**.

Anatomía funcional

El simpático sacro aporta a los nervios sacros el contingente de fibras metaméricas (vasomotoras, sudoríparas, etc.). Estas siguen aquí el camino de los nervios originados del plexo sacro, en particular el nervio ciático, destinado a la cara posterior del muslo, a la pierna y al pie.

Los intercambios de fibras con el **plexo hipogástrico inferior** tienen gran valor funcional debido al contingente parasimpático que estos nervios aportan al plexo hipogástrico.

PLEXOS PREVERTEBRALES

Son conjuntos nerviosos vegetativos, a veces enriquecidos por fibras somáticas, en los cuales los dos sistemas, simpático y parasimpático, se reúnen y se entremezclan para dar origen a los nervios viscerales propiamente dichos que acompañan, en general, a las arterias viscerales. Estos plexos se encuentran en toda la extensión

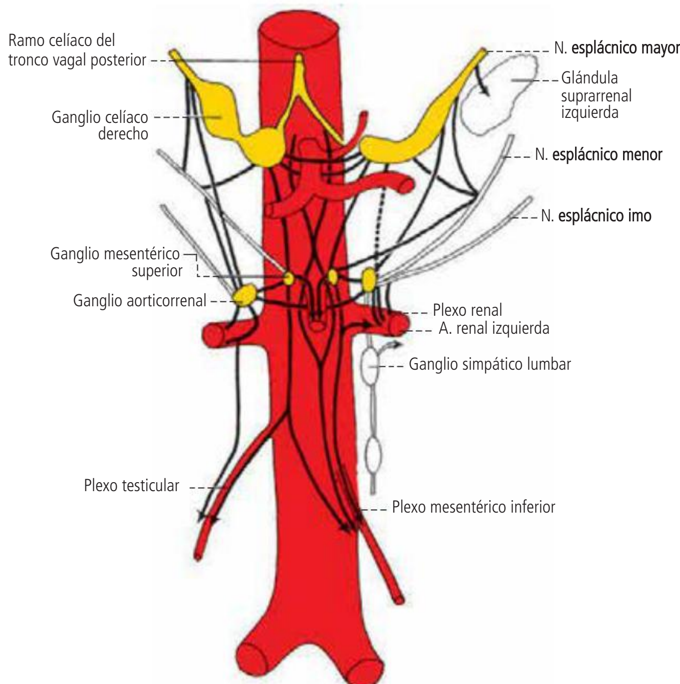


Fig. 41-17. Disposición general del plexo celíaco (según Couinaud). En amarillo, nervios parasimpáticos. En blanco, nervios simpáticos. En negro, nervios mixtos. En amarillo, ganglios del plexo celíaco.

del cuello y del tronco y corresponden a todos los órganos de la vida vegetativa. Por eso se describirán con los órganos correspondientes: el plexo faríngeo, el plexo cardíaco y el plexo pulmonar.

Por debajo del diafragma, los plexos se caracterizan por poseer una extrema riqueza en fibras nerviosas y ganglios nerviosos, a menudo voluminosos. Los ramos que parten de ellos van a los órganos digestivos y genitourinarios siguiendo, aquí también, las raíces vasculares. Las dos formaciones mejor individualizadas en esta verdadera maraña de nervios son el **plexo celíaco**, en la región infradiafragmática, y el **plexo hipogástrico inferior**, en la pelvis menor. Entre ellos, y bajo la dependencia del plexo celíaco, se organizan plexos secundarios (renales, mesentéricos, etc.) y aparece una formación bastante autónoma, el **plexo hipogástrico superior**.

Plexo celíaco [solar]

Es una formación impar, mediana y paramediana, organizada alrededor de la aorta abdominal, que comprende seis ganglios nerviosos, ramos aferentes y eferentes (**fig. 41-17**).

Ganglios. Hay tres de cada lado que son: los ganglios celíacos, los ganglios mesentéricos superiores y los ganglios aorticorrenales.

A. Ganglios celíacos [semilunares]: tienen forma de semiluna de concavidad superior con un asta medial y un asta lateral situados a derecha e izquierda del tronco celíaco. Se puede distinguir en cada uno un borde superior más o menos cóncavo que recibe a la derecha un ramo del nervio frénico; un borde inferior convexo adonde llegan algunos filetes del nervio esplácnico menor; un extremo medial que recibe a la derecha al ramo celíaco del tronco vagal posterior y algunas veces también a la izquierda, de modo inconstante (Laignel-Lavastine). Por su asta lateral, el ganglio recibe filetes del nervio esplácnico mayor. Cada ganglio puede ser sustituido por dos masas ganglionares: una medial yuxtacelíaca que recibe el ramo del tronco vagal, la otra lateral, que se designa ganglio suprarrenal principal (A. Latarjet), la cual recibe filetes esplácnicos y da numerosos ramos a la suprarrenal (pedículo posterior de A. Latarjet y Bertrand). Reciben, pues, y dan numerosos ramos comunicados entre sí.

Relaciones: los ganglios celíacos se ubican delante de la parte inferior de la 12.ª vértebra torácica y de la 1.ª lumbar. El ganglio izquierdo está por completo a la izquierda del plano mediano, mientras que el ganglio derecho lo excede.

Por detrás, los ganglios se aplican a la cara anterior de la aorta y a los pilares del diafragma.

Por adelante, el ganglio izquierdo es retropancreático en su mayor parte; delante de ellos pasan la arteria y la vena esplénicas. Numerosos haces fibrosos dependientes del músculo suspensor del duodeno tornan difícil su disección. Está cubierto por el peritoneo que tapiza la cara posterior de la porción retrogástrica de la bolsa omental [transcavidad de los epiplones], y el asta lateral del ganglio izquierdo está por detrás de la glándula suprarrenal del mismo lado.

A la derecha, la masa ganglionar está situada por detrás de la cabeza del páncreas a la que excede, sin embargo, por su parte superior; se relaciona medialmente con la vena porta, luego en sentido lateral con la vena cava inferior, a nivel de la cual recibe la vena renal izquierda.

Ambos ganglios, derecho e izquierdo, están en íntima relación con la glándula suprarrenal correspondiente, unidos por filetes nerviosos y un tejido conectivo laxo.

Los bordes superiores de ambos ganglios exceden el borde superior del páncreas. A la derecha, únicamente la parte medial del borde superior viene a situarse por detrás del peritoneo que reviste la cara posterior del vestíbulo de la bolsa omental, en la región celíaca, sobre el flanco derecho del tronco celíaco, mientras que la parte lateral está cubierta por la vena cava inferior.

B. Ganglios mesentéricos superiores: están ubicados a ambos lados del origen de la arteria mesentérica superior, conectados entre sí por detrás del páncreas, algo por encima de la vena renal izquierda. Se hallan unidos por arriba a los ganglios celíacos y lateralmente a los aorticorrenales.

C. Ganglios aorticorrenales: son más bajos y más laterales, están en la vertiente anteroinferior de las arterias renales. Unidos a los ganglios celíacos por medio de filetes cortos y gruesos, están conectados entre sí.

Ramos aferentes. Corresponden a los tres nervios esplácnicos, al tronco vagal posterior y, en forma accesoria, al nervio frénico derecho.

- **Nervio esplácnico mayor:** termina en la cara profunda del asta lateral del ganglio celíaco correspondiente.
- **Nervio esplácnico menor:** va al ganglio celíaco, al que aborda por su convexidad, cerca de la extremidad lateral; da ramos al ganglio mesentérico superior y al ganglio aorticorrenal.
- **Nervio esplácnico imo:** cuando existe, va al ganglio aorticorrenal.
- **Tronco vagal posterior:** proporciona un ramo constante para el asta medial del ganglio celíaco derecho, un ramo inconstante para el asta medial del ganglio celíaco izquierdo y filetes para los plexos mesentéricos superior, esplénico y hepático. El ramo celíaco del tronco vagal posterior forma con el ganglio celíaco y el nervio esplácnico derecho el asa "memorable" [de Wrisberg].
- **Nervio frénico derecho:** proporciona un filete inconstante al ganglio celíaco derecho que lo aborda por su borde superior.

Cada ganglio celíaco intercambia numerosas fibras nerviosas, con su homólogo opuesto y con los ganglios homolaterales. Así se constituye una red nerviosa muy densa adelante, a los lados de la aorta, del tronco celíaco y del origen de las arterias mesentérica superior y renales.

Ramos eferentes. A partir del **plexo celíaco**, todos los nervios eferentes son mixtos, parasimpáticos y simpáticos a la vez. Contienen, pues, fibras antagónicas unas de las otras. Estos ramos se reúnen alrededor de los vasos, en plexos periarteriales extremadamente espesos (1 mm o más) que llegan a los órganos o vísceras correspondientes. Existen tantos como arterias originadas de la aorta en esta región, y se los estudia con los órganos correspondientes: nervios frénicos inferiores, gástricos, esplénicos, hepáticos, suprarrenales, mesentéricos superiores, renales. Además, de la parte inferior del plexo celíaco parten ramos que van a reunirse por delante de la aorta para formar el **plexo testicular** u **ovárico** y el **plexo mesentérico inferior** (**fig. 41-18**), situado en torno a la arteria del mismo nombre. Este plexo es enriquecido por fibras provenientes del tronco simpático lumbar y se continúa por delante del promontorio con el **plexo hipogástrico superior** que, al llegar a la pelvis, se divide

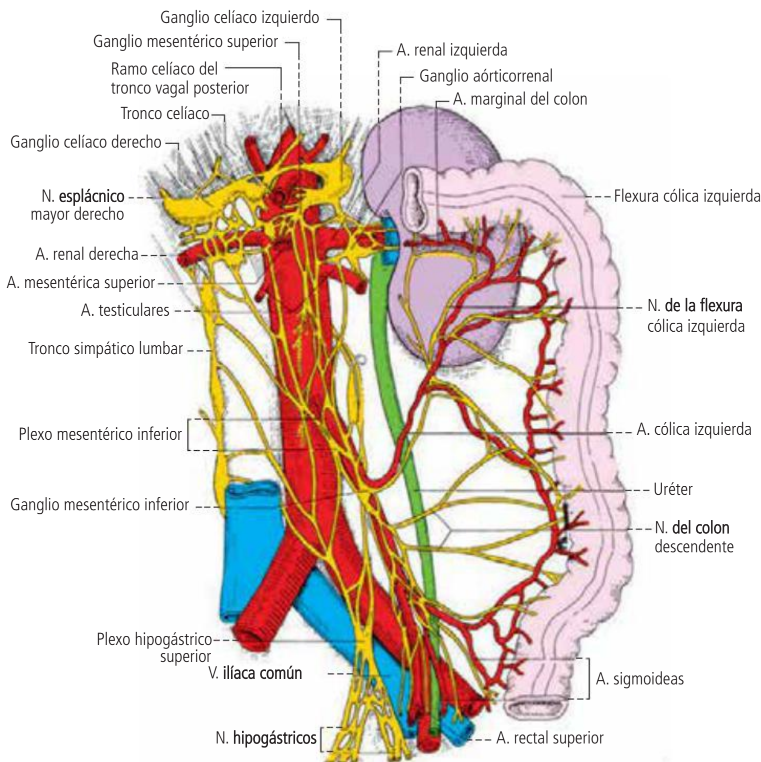


Fig. 41-18. **Parte abdominal del sistema autónomo, plexo mesentérico inferior, plexo hipogástrico superior y sus orígenes.**

en ambos plexos hipogástricos, derecho e izquierdo. Inerva el colon izquierdo y el recto.

Anatomía funcional. El plexo celíaco es una encrucijada nerviosa de gran significación funcional, puesto que reúne las fibras simpáticas y parasimpáticas destinadas a todas las vísceras abdominales (sistema digestivo, riñón y sistema genital).

A diferencia de los ramos aferentes simpáticos, los ramos aferentes parasimpáticos (nervio vago derecho) corresponderían a fibras preganglionares que no hacen sinapsis en los ganglios del plexo celíaco, sino a nivel de los ganglios yuxtaviscerales o viscerales del parasimpático (González García y Grandi).

A. Las fibras vegetativas autónomas motoras: hacen contraer (parasimpático) o relajar (simpático) los músculos lisos de las paredes viscerales. Los nervios vasomotores tienen una acción capital en las secreciones gástricas, intestinales, hepáticas y pancreáticas.

B. Las fibras vegetativas sensitivas: se hallan en el origen de los reflejos motores, así como de los dolores viscerales conscientes. Se conoce la gran sensibilidad de la región del plexo celíaco.

C. Centros ganglionares: se hallan en el origen de las fibras posganglionares de la vía simpática. Son también centros reflejos.

En el ser vivo se ha intentado la resección parcial del ganglio celíaco asociada con la esplacnicectomía en el tratamiento de la hipertensión arterial. Lo mismo se ha hecho con el ganglio aorticorrenal. En cuanto a los ramos vasculares, pueden resecarse ante una acción selectiva sobre determinada víscera (neurectomía periarterial hepática, por ejemplo).

Plexo hipogástrico superior (nervio presacro)

Es una lámina aplanada formada por ramos paralelos y adosados, a veces fenestrada y organizada en un plexo extendido (plexo interilíaco). Desciende delante de la aorta y se ubica anterior al cuerpo de la 5.ª vértebra lumbar. Es derecho, impar y paramediano.

Constitución. Está constituido por ramos preaórticos procedentes del plexo celíaco, por filetes originados del plexo mesentérico inferior y por ramos viscerales nacidos en los ganglios lumbares.

Relaciones. Es retroperitoneal, ligeramente oblicuo a la derecha. Cruza la arteria ilíaca común izquierda y la vena ilíaca común. A veces está oculto medialmente por la raíz primaria, mediana del mesocolon sigmoide.

Terminación. El **nervio presacro**, que da solo algunas colaterales en el mesocolon sigmoide, termina por bifurcación en dos **nervios hipogástricos**, derecho e izquierdo, que se separan en ángulo agudo algo por debajo del promontorio. Pasan

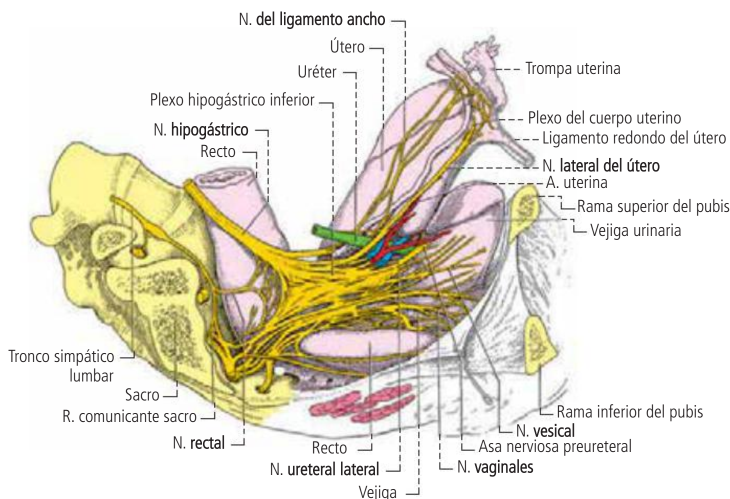


Fig. 41-19. Plexo hipogástrico y sus ramas en la mujer (según A. Latarjet y Rochet).

por detrás y a los lados del recto o de la vagina y el recto, bajo el peritoneo de los canales laterorrectales y terminan, cada uno de ellos, en el **plexo hipogástrico inferior** correspondiente.

Anatomía funcional. El nervio presacro proporciona a los ganglios hipogástricos un importante contingente de fibras esencialmente simpáticas. Muchas de estas son fibras viscerosensitivas de los órganos genitales femeninos. Por ello la sección o resección del nervio presacro, perfeccionada por Cotte, se utiliza a menudo en el tratamiento de los dolores pélvicos crónica refractarios al tratamiento médico.

Plexo hipogástrico inferior

Existe uno a la derecha y otro a la izquierda, situados a ambos lados de la parte baja de la ampolla rectal (**fig. 41-19**).

Descripción. Es una lámina nerviosa, fenestrada e irregular, orientada en sentido anteroposterior, con una cara posterolateral o parietal y una cara anteromedial o visceral. Esta lámina es aproximadamente cuadrilátera, con bordes irregulares, erizada por numerosos ramos (A. Latarjet y Bonnet, A. Latarjet y Rochet).

Relaciones. El plexo hipogástrico inferior constituye el armazón de esas formaciones conectivo-nerviosas, dispuestas en sentido sagital en el fondo de la pelvis [láminas sacrorrectogenitopubianas]. Está situado por encima del músculo elevador del ano (espacio pelvirrectal superior), a los lados de las vísceras pelvianas.

- Detrás y lateralmente, corresponde al tejido conectivo pelviano, fascia pelviana visceral, con las arterias que esta contiene (rectal media, uterina, vesical inferior), y a los plexos venosos del fondo de la pelvis. En la pelvis femenina está situado en el pliegue rectouterino y luego en la base del ligamento ancho.
- Medialmente, está aplicado contra el recto y después contra la próstata o la vagina y el cuello uterino.
- Arriba, es subyacente a la arteria umbilical y al uréter.
- Abajo, está en contacto con el piso pelviano.
- Atrás, recibe por arriba al **nervio hipogástrico** y por abajo está reunido con la 3.ª y la 4.ª raíz sacra que contribuyen a formar el nervio pudendo. Estas comunicaciones representan al **nervio esplácnico sacro** [erector de Eckard].
- Adelante, festoneado por el origen de los ramos eferentes, corresponde a la pared posterior de la vejiga y a las glándulas vesiculosas [vesículas seminales] (en la pelvis masculina).

Ramos aferentes

Son simpáticos y parasimpáticos.

A. Fibras simpáticas: provienen del **nervio hipogástrico** del tronco simpático lumbar y del tronco simpático sacro.
B. Fibras parasimpáticas: provienen del plexo sacro, a través de los **nervios esplácnicos sacros**, formados por dos o tres filetes emanados de los ramos anteriores de S2, S3 y S4, que terminan en la parte posterior e inferior del plexo (Cordier y Coulouma).

Ramos eferentes

A. Del nervio hipogástrico nace un nervio ureteral inferior.
B. Del plexo parten nervios para el recto, la vejiga, las glándulas vesiculosas [vesículas seminales] o el útero y la vagina.

Estos nervios se estudiarán con los órganos correspondientes. Fibras vasomotoras van a los vasos de la pelvis.

Anatomía funcional

A. Fibras simpáticas: provienen de los centros lumbares. Son visceromotoras o sensitivas. Algunas hacen sinapsis en el plexo.
B. Fibras parasimpáticas: provienen de centros situados en el asta lateral de la médula sacra. También son visceromotoras y viscerosensitivas.

Todas estas fibras intervienen en las funciones de la defecación (véase **Recto**), la micción (véase **Vejiga**), la erección, la eyaculación y de la lubricación vaginal, vulvar y el parto. Aseguran la sensibilidad de las vísceras pelvianas. Por último, los ramos vasomotores aseguran el control de la vascularización de las vísceras pelvianas.

En el ser vivo el plexo hipogástrico ha sido objeto de tentativas terapéuticas en verdad poco concluyentes, sobre todo en las vejigas paralíticas. Pero la sección de los nervios erectores ha sido propuesta en el tratamiento de las cistitis tuberculosas rebeldes (operación de Richer).

SISTEMA SIMPÁTICO CEFÁLICO

El simpático participa en la inervación vegetativa de la cabeza: vasomotricidad de los vasos encefálicos, inervación del iris, de las mucosas nasal, oral y faríngea e inervación de las glándulas salivales.

Fibras preganglionares. Proceden, en su conjunto, de neuronas del asta lateral de los primeros mielómeros torácicos. Las fibras ascienden por el tronco simpático cervical. Estas fibras hacen sinapsis en el ganglio cervical superior.

Fibras posganglionares. Parten de los cuerpos neuronales ubicados en el ganglio cervical superior y se distribuyen a través de los nervios carotídeos interno y externo.

Ganglios periféricos. Están anexados a los nervios craneales. Se estudian con ellos. Son ganglios del sistema nervioso autónomo parasimpático. Nos limitaremos a citar aquí: el ganglio ciliar, el ganglio pterigopalatino, el ganglio ótico, el ganglio submandibular y el ganglio sublingual.

Todos estos ganglios reciben principalmente fibras parasimpáticas conducidas por los nervios craneales correspondientes o provenientes de otros nervios (el nervio lingual, por ejemplo, es vector de fibras originadas del facial por la cuerda del tímpano, y el ganglio ótico, anexado al mandibular, es tributario del nervio glosofaríngeo). Estos ganglios contienen los cuerpos de las neuronas posganglionares parasimpáticas. Las fibras posganglionares simpáticas pasan a través de estos ganglios sin hacer sinapsis. Desde allí se dirigen hacia los efectores.

42 Porción parasimpática

Esta división del **sistema nervioso autónomo** está íntimamente relacionada con el **sistema nervioso central**, considerando sus centros y las vías que parten de ella. Pero, al igual que la porción simpática, asegura la inervación de músculos lisos, glándulas o vísceras donde se localizan fibras antagonistas pertenecientes a la porción simpática del sistema nervioso autónomo.

Los centros parasimpáticos del sistema nervioso central ya se han descrito. Las vías que de él emergen son en su mayoría motoras, con excepción de las fibras sensitivas del vago. Al igual que lo que sucede con las vías simpáticas, todas tienen dos neuronas.

Las vías parasimpáticas presentan dos orígenes: **craneal**, en el tronco encefálico, y **espinal**, en la médula sacra.

SISTEMA PARASIMPÁTICO CRANEAL

Ya se describieron los nervios craneales, transportadores de fibras vegetativas. Los elementos esenciales (**fig. 42-1**) y su función son:

- **Nervio oculomotor:** el **núcleo visceral del nervio oculomotor**, ubicado en el mesencéfalo, emite fibras que acompañan al tercer nervio craneal hasta la órbita. El nervio oculomotor se divide en sus ramos terminales y los filetes parasimpáticos, siguiendo el ramo inferior, alcanzan el **ganglio ciliar**, donde hacen sinapsis con las neuronas posganglionares, cuyos axones forman los nervios ciliares cortos. Estos nervios inervan el músculo esfínter de la pupila y el músculo ciliar. Su contracción provoca la disminución del diámetro pupilar (miosis) y la acomodación de la lente del ojo [cristalino], respectivamente.
- **Nervio facial** (**fig. 42-2**): del **núcleo lagrimal** parten fibras que, siguiendo al **nervio petroso mayor**, se reúnen con el **nervio petroso profundo** (de ramos del plexo carotídeo interno), para formar el **nervio del conducto (canal) pterigoideo**, que termina en el **ganglio pterigopalatino**, donde las fibras preganglionares hacen sinapsis con las neuronas posganglionares. A este nivel, las fibras posganglionares se unen al nervio maxilar para inervar la glándula lagrimal, y también se unen a los otros ramos del nervio para distribuirse por las glándulas de las cavidades nasales y del paladar. De esta manera, se aseguran las secreciones en la glándula lagrimal y en la mucosa nasal.
- **Nervio intermedio:** es el nervio secretor de la glándula submandibular. Del **núcleo salival superior** y de la porción superior del núcleo solitario, las fibras preganglionares siguen en orden el nervio intermedio, el nervio facial, la cuerda del tímpano y el nervio lingual, ramo del nervio mandibular. Se desprenden del nervio lingual para alcanzar los ganglios submandibular y sublingual, donde hacen sinapsis con las neuronas posganglionares, que se extienden hasta las glándulas correspondientes.
- **Nervio glosofaríngeo** (**fig. 42-2**): del **núcleo salival inferior** emergen fibras preganglionares que acompañan al nervio glosofaríngeo, siguiendo luego al nervio timpánico y al nervio petroso menor para llegar hasta el ganglio ótico, donde hacen sinapsis con las neuronas posganglionares que se unen al nervio auriculotemporal y terminan en la glándula parótida.
- **Nervio vago:** el **núcleo dorsal del vago** emite fibras preganglionares, las cuales, siguiendo el tronco del nervio vago y luego a sus colaterales, alcanzan distintos plexos simpáticos (pulmonar, cardíaco, esofágico) en cuyos ganglios hacen sinapsis. Otro grupo de fibras preganglionares

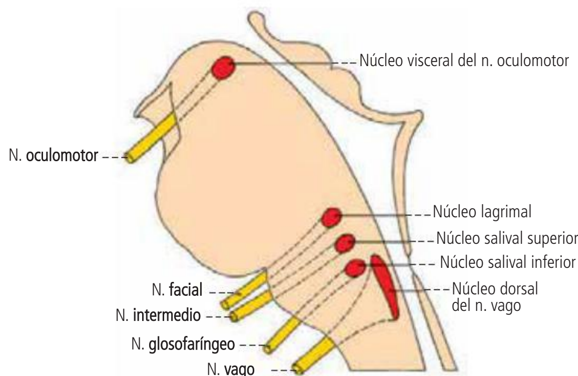


Fig. 42-1. Núcleos motores del parasimpático craneal.

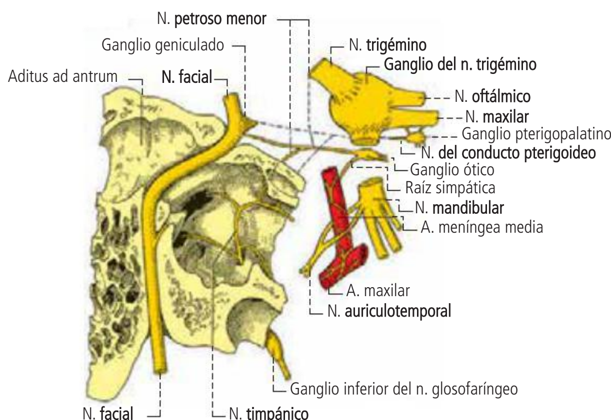


Fig. 42-2. Ramas parasimpáticas del nervio facial y del nervio glosofaríngeo.

acompaña los ramos terminales del vago hasta el plexo celíaco, para inervar el sistema digestivo hasta el ángulo cólico izquierdo. Se considera que existe en el organismo un estado de equilibrio llamado vagosimpático, pero este puede inclinarse en un sentido o en otro en ciertos individuos (vagotonía o simpaticotonía).

SISTEMA PARASIMPÁTICO SACRO

Estas fibras preganglionares se originan en los centros sacros. Abandonan la médula espinal siguiendo los ramos comunicantes blancos y, sin hacer sinapsis en el tronco simpático sacro, se incorporan a los ramos anteriores de los nervios sacros S2, S3 y S4, formando los **nervios erectores o esplácnicos pelvianos**, que se unen al plexo hipogástrico.

Los nervios pelvianos ejercen su acción sobre los sistemas genital y urinario, y el sector terminal del sistema digestivo, a partir del ángulo cólico izquierdo hacia su extremo distal. Contendrían también fibras sensitivas para la inervación vesical.

VIAS PARASIMPÁTICAS AFERENTES

La división parasimpática recibe información aferente por dos vías diferentes.

A nivel sacro: los nervios pélvicos contienen las prolongaciones periféricas de las neuronas sensitivas seudounipolares ubicadas en los ganglios espinales de los nervios espinales sacros 2 a 4. Estas prolongaciones periféricas se dirigen por la raíz posterior de los nervios espinales hasta el cuerpo neuronal. A partir de allí, la prolongación central se dirige hacia el asta posterior de la médula espinal siguiendo el camino de la raíz posterior aunque algunas lo hacen por la raíz anterior, se las conoce como "fibras recurrentes". En el asta posterior de la médula espinal se encuentra la segunda neurona de la vía aferente parasimpática. Al igual que en la división simpática, la prolongación central de la primera neurona puede hacer sinapsis con una neurona cuyo axón se dirija hacia el sistema anterolateral, o bien hacia el sistema espinorreticular. Además, otras prolongaciones centrales ingresan en la médula espinal y hacen sinapsis con la neurona preganglionar parasimpática, ubicada en el mismo nivel en el que se encuentra el ganglio espinal, conformando un arco reflejo local. Esta fibra preganglionar parasimpática hará sinapsis en un ganglio cercano a la víscera o en su misma pared con la neurona posganglionar.

A nivel craneal: la información sensitiva visceral no nociceptiva es transportada fundamentalmente por los nervios craneales glosofaríngeo y vago. Esta proviene de la cabeza, el cuello, el tórax, el bazo, el hígado, el páncreas y el tubo digestivo hasta la flexura cólica izquierda aproximadamente, punto a partir del cual la inervación autonómica está dada por el parasimpático sacro. El cuerpo de la neurona seudounipolar de esta vía aferente se ubica en el ganglio inferior de los nervios glosofaríngeo y vago. Desde allí parte la prolongación central que, a través del tracto solitario, llega al núcleo solitario, donde se ubica la segunda neurona. Desde allí parten conexiones hacia el núcleo dorsal del vago, el núcleo ambiguo, el núcleo parabraquial y núcleos hipotalámicos. La información nociceptiva de estas estructuras es transmitida por el sistema simpático.

NEUROTRANSMISORES DEL SISTEMA NERVIOSO VEGETATIVO

La transmisión sináptica entre las neuronas preganglionares y posganglionares a nivel de los ganglios se efectúa mediante la **acetilcolina**, ya se trate de las porciones simpática o parasimpática. Por el contrario, la transmisión química de la unión entre la fibra posganglionar y el órgano efector varía. Para la porción simpática, el neurotransmisor es la noradrenalina, mientras que en la porción parasimpática actúa la acetilcolina. En los efectores que requieren adrenalina (adrenoceptivos) se distinguen dos tipos de receptores: α y β. Estas nociones generales comprenden excepciones: las fibras simpáticas posganglionares de ciertas glándulas sudoríparas y las de los vasos musculares tienen por transmisor químico a la acetilcolina. Por su parte, en los efectores que requieren acetilcolina se observan dos tipos de receptores: nicotínicos y muscarínicos.

Órganos de los sentidos



Se entiende por "sentidos" las funciones mediante las cuales los animales reciben las impresiones del mundo exterior por medio de los "órganos de relación". El ser humano posee clásicamente cinco sentidos: la **vista**, el **oído**, el **olfato**, el **tacto** y el **gusto**. Pero también deben considerarse otras informaciones aferentes percibidas del propio cuerpo y del exterior: la posición de sus diferentes partes (**propiocepción**), el **equilibrio** y las distintas modalidades sensitivas que detectan **tacto epicrítico** o **discriminativo**, **vibración**, **temperatura**, **presión** y **dolor**.

Anatómicamente, los **órganos de los sentidos** contienen a los **receptores especializados** de cada modalidad sensorial, conectados a los centros nerviosos por **vías sensoriales**.

De los cinco órganos relacionados con cada uno de los sentidos clásicos, se estudian aquí el de la **visión** (sentido de la vista), el de la **audición** (sentido del oído) y la **piel**, como órgano del **tacto**.

Dado que el órgano del **olfato** se relaciona con el sistema respiratorio se estudiará con él, así como el **gusto**, que se vincula con el sistema digestivo y se desarrollará en la sección correspondiente.

1. ÓRGANOS DEL SISTEMA VISUAL

El sentido de la vista está asegurado por un órgano receptor, el **ojo**; un sistema de conducción, las **vías ópticas**, y un área de procesamiento, el **área visual** de la corteza cerebral correspondiente.

El ojo es un órgano par situado en la cavidad orbitaria, protegido por los **párpados** y por la secreción de las **glándulas lagrimales**. Los movilizan un grupo de músculos extrínsecos dirigidos por los **nervios motores del ojo**.

Las vías ópticas son un conjunto de fibras nerviosas encargadas de conducir los impulsos eléctricos generados en el ojo hacia el área visual.

Esta área es una zona de la corteza cerebral situada en el lóbulo occipital (áreas 17, 18, y 19 de Brodmann); aquí se procesan los estímulos eléctricos y se convierten en una imagen.

Órbita

43

Es una cavidad ósea profunda que constituye una región común al cráneo y a la cara. Contiene el órgano de la visión. Existen en número de dos, situadas a ambos lados del plano mediano, por debajo del hueso frontal, por encima del seno maxilar y lateral al laberinto etmoidal y a las cavidades nasales. Posee forma de pirámide cuadrangular, cuyo eje mayor está orientado hacia adelante y en sentido lateral. Esta dirección oblicua involucra sobre todo a la pared lateral, mientras que la pared medial es prácticamente anteroposterior. En cada órbita se describen cuatro paredes, cuatro bordes, una base y un vértice.

Paredes

Pared superior. Está formada por la cara orbitaria del frontal y el ala menor del hueso esfenoides con la sutura que las une (**fig. 43-1**). En sentido anterolateral se encuentra la fosa de la glándula lagrimal, y en su parte anteromedial, la fosita troclear. Esta pared corresponde endocranealmente a la fosa craneal anterior (lóbulo frontal del cerebro). Es delgada atrás y espesa adelante, y se involucra en las fracturas anteriores de la base del cráneo.

Pared inferior. Es bastante plana y está formada por la cara superior del proceso [apófisis] cigomático del maxilar y el hueso cigomático. Más atrás se encuentra la carilla anterior del proceso [apófisis] orbitario del hueso palatino. Estos huesos se hallan reunidos por suturas. Un canal anteroposterior se transforma hacia adelante en un conducto completo excavado en el maxilar: el **conducto (canal) infraorbitario**, abierto adelante en el **foramen infraorbitario**. A través de esta pared, el ojo se relaciona con el seno maxilar.

Pared lateral. La constituyen las caras anterior y medial del ala mayor del hueso esfenoides, el proceso frontal del hueso cigomático y la porción lateral de la cara orbitaria del frontal. Ligeramente excavada, separa la órbita de la fosa temporal, con la cual se comunica por el foramen cigomaticotemporal.

Pared medial. Está formada, de atrás hacia adelante, por la cara lateral del cuerpo del esfenoides situada por delante de la fisura orbitaria superior, por la lámina orbitaria del etmoides, por el hueso lagrimal y por el proceso frontal del maxilar. Detrás de esta se ve un canal oblicuo hacia abajo, lateral y atrás, el **surco lagrimal**, que se continúa hacia abajo por el conducto (canal) nasolagrimal. En la parte posterior de la cara medial se encuentra el **conducto (canal) óptico**, que comunica la órbita con la cavidad craneal. Contiene el nervio óptico, la arteria oftálmica y algunas pequeñas venas.

Bordes

Unen las caras entre sí y son: **superolateral**, a partir de la fosa de la glándula lagrimal, con la sutura frontoesfenoidal y la parte lateral de la fisura orbitaria superior; **superomedial**, que presenta las suturas del hueso frontal con el proceso frontal del maxilar, con el hueso lagrimal y con el hueso etmoides; a nivel de este se abren los dos forámenes etmoidales para el pasaje de las arterias etmoidales y los ramos etmoidales del nervio nasociliar; el **inferomedial** comienza a nivel de la parte inferior de la fosa del saco lagrimal y, de adelante hacia atrás, se observa la sutura del hueso lagrimal y del etmoides con el maxilar, y luego la del cuerpo del esfenoides con el hueso palatino; en el **inferolateral**, de adelante hacia atrás, se encuentran el hueso cigomático, luego la fisura orbitaria inferior (que en estado fresco se halla cerrada por el periostio orbitario).

Base

Es cuadrilátera y posee ángulos redondeados. Constituye el **orificio orbitario**. Su contorno está delimitado por el borde orbitario, notable por el espesor y la solidez del hueso que lo constituye; representa, en efecto, uno de los medios más eficaces de protección del globo ocular. Está constituido, arriba,

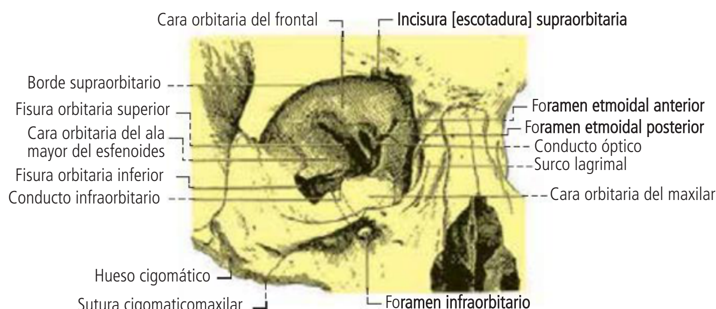


Fig. 43-1. **Órbita, vista anterior.**

por el borde supraorbitario del frontal, con sus procesos medial y lateral; este borde se encuentra interrumpido por la incisura (escotadura) supraorbitaria; abajo, por el maxilar y el borde del hueso cigomático; medialmente, por el proceso frontal del maxilar, y lateralmente, por la porción vertical del hueso cigomático.

Vértice

Corresponde a la parte medial de la fisura orbitaria superior que comunica la órbita con la fosa craneal media. La atraviesan los nervios motores del ojo y la vena oftálmica; en las superficies óseas que forman el vértice se inserta el anillo tendinoso común [anillo de Zinn] del que irradian inserciones tendinosas que separan en su origen a los cuatro músculos rectos. La fisura orbitaria superior está situada entre el ala menor y el ala mayor del esfenoides.

Periostio orbitario

Los huesos de la órbita están tapizados por el periostio orbitario que se deja desprender fácilmente de las paredes óseas y es más adherente a nivel de las suturas y de los orificios. Tapiza la fisura orbitaria superior, donde se adosa a la duramadre, a la cual se une. A nivel del conducto óptico, el periostio se continúa con la duramadre que rodea al nervio óptico.

Véase **Caso clínico:** ***Fractura del piso de la órbita***

Globo ocular

44

DESCRIPCIÓN

El globo ocular tiene forma esférica, levemente aplanada de arriba hacia abajo. Esta forma es regular, pero adelante existe una saliente también regular formada por la **córnea**, que es transparente. El globo ocular, par y simétrico, ocupa el tercio anterior de la órbita. Está constituido por dos segmentos de esfera de diámetros diferentes (acolados entre sí). En el globo ocular se describen dos polos, un ecuador y meridianos (**fig. 44-1**):

- El **polo anterior**, transparente, corresponde al centro de la **córnea**.
- El **polo posterior**, opuesto al anterior, formado por la **esclerótica**, está lateralmente situado con respecto al orificio de entrada del nervio óptico; el eje del globo ocular se halla en la línea que une ambos polos.
- El **ecuador** es el círculo mayor perpendicular al eje del globo, al que divide en dos hemisferios, anterior y posterior.
- Los **meridianos** son todos los círculos mayores que pasan a la vez por los dos polos.

SITUACIÓN DEL GLOBO OCULAR EN LA ÓRBITA

Ejes de los globos oculares

Los ejes de los globos oculares no son paralelos (**fig. 44-2**), divergen algo, adelante: ángulo de divergencia + 10°. El eje del globo ocular no coincide con el de la órbita; este se halla dirigido más lateralmente y forma con el eje del globo ocular un ángulo de aproximadamente 18°.

Relaciones con las paredes de la órbita

El globo ocular está más próximo a la pared lateral que a la medial y más próximo a la pared superior que a la inferior. Sobrepasa adelante al plano de la **base de la órbita**: una línea vertical que una los puntos más salientes de los bordes supraorbitario e infraorbitario, pasa por el vértice de la córnea, excediendo así a los otros puntos de estos rebordes. Una línea que una los bordes medial y lateral de la base orbitaria pasa netamente por detrás de la córnea.

Estas relaciones varían con la cantidad de grasa intraorbitaria y las envolturas del globo ocular. Se llama **exoftalmía** a la protrusión fuera de la órbita del globo ocular y **endoftalmía** a su hundimiento en la órbita.

CONSTITUCIÓN ANATÓMICA

Se describen sucesivamente las paredes y el contenido del globo ocular (**fig. 44-3**).

Paredes

Corresponden a las envolturas del globo ocular. Son tres, concéntricas, que de la periferia hacia el interior se denominan: capa externa, fibrosa, constituida por la **esclerótica** y la **córnea**. Capa media, vascular, comprende: la **coroides**, el **cuerpo ciliar** y el **iris**. Capa interna, nerviosa, la **retina**.

Capa fibrosa del globo ocular

Resistente e inextensible, protege las capas subyacentes y el contenido del globo. Comprende dos segmentos: un segmento posterior, la **esclerótica**, y un segmento anterior, menos extenso y transparente, la **córnea**.

Esclerótica

Constituye los $^5/_6$ posteriores de la capa periférica (**fig. 44-4**). Es opaca a la luz. Tiene forma de calota. Se continúa adelante con la córnea transparente. Su **superficie externa** es convexa, blanco azulada, se vuelve amarillenta con la edad. Se relaciona con la **vaina del globo ocular** [cápsula de Tenon], de la que está se-

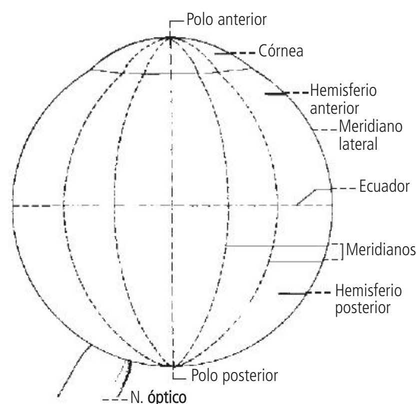


Fig. 44-1. Globo ocular derecho, vista superior.

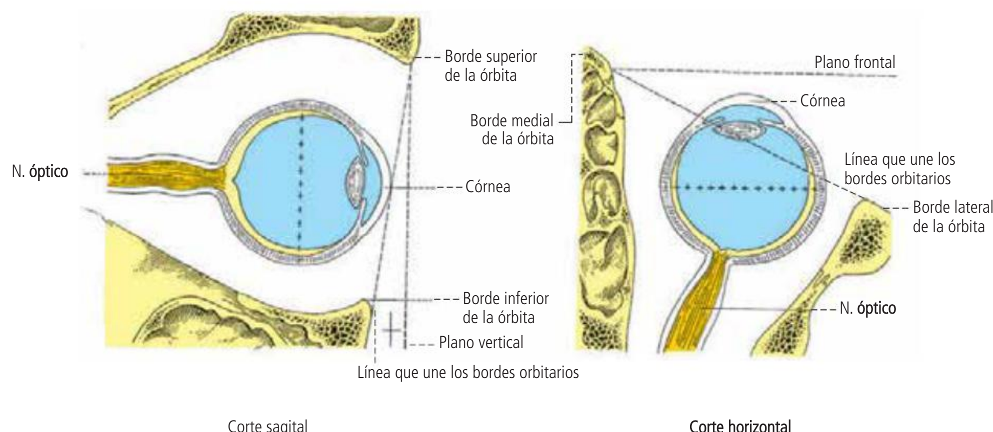


Fig. 44-2. Relaciones del globo ocular con la base de la órbita.

parada por el espacio epiescleral, que contiene tejido conectivo laxo y vasos. La esclerótica da inserción a los músculos motores del ojo (rectos y oblicuos). Su superficie interna, cóncava y de color oscuro, se relaciona con la coroides, a la que está unida por los vasos y nervios que la atraviesan, así como por una capa de tejido conectivo: la **lámina fusca**.

Forámenes. La esclerótica presenta un foramen posterior, un foramen anterior y numerosos orificios pequeños.

El **foramen posterior** corresponde a la travesía del nervio óptico. Está situado 3 mm medialmente y 1 mm por encima del polo posterior. Está tallado a bisel, con un vértice anterior. A ese nivel, el nervio está formado por fibras nerviosas libres que atraviesan una membrana fibrosa, perforada por múltiples forámenes: la **lámina cribosa de la esclerótica**. Alrededor del foramen posterior se hallan numerosos orificios pequeños por donde pasan los vasos y los nervios ciliares cortos posteriores. De cada lado se encuentra, en la parte mediana, un foramen para los vasos ciliares largos posteriores.

El **foramen anterior** corresponde a la córnea. Amplio y ovalado, su circunferencia está tallada a bisel a expensas de la capa interna. El punto de unión se llama **limbo de la córnea** (fig. 44-4) y está ocupado por un conducto circular, el **seno venoso de la esclerótica** [conducto de Schlemm] (fig. 44-5). Este conducto tiene el valor de una vía linfática que se comunica atrás con la cámara anterior del globo ocular y adelante con las venas de la esclerótica.

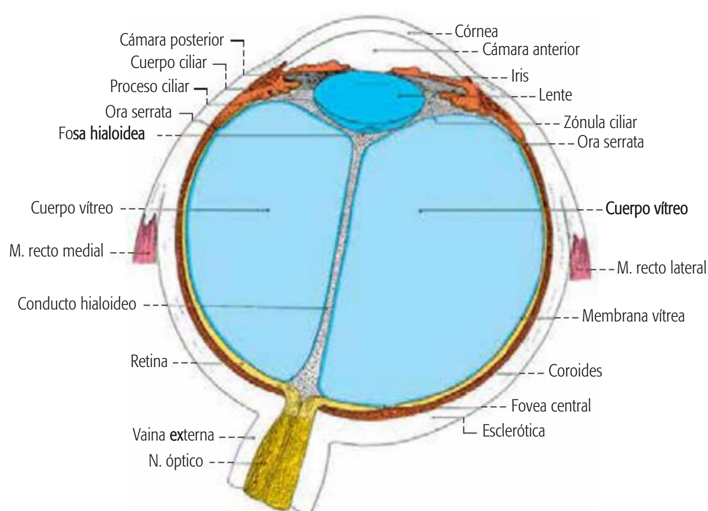


Fig. 44-3. Corte horizontal del globo ocular, lado derecho, segmento inferior.

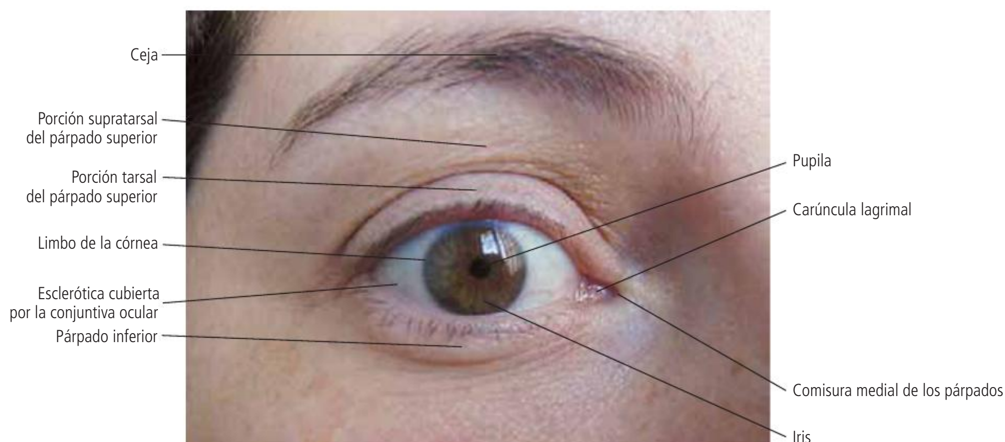


Fig. 44-4. Ojo derecho, párpados abiertos.

Córnea

Es una membrana transparente, encastrada en la abertura anterior de la esclerótica (**fig. 44-4**). Constituye el sexto anterior de la capa externa.

Forma. Es un segmento de esfera hueco cuyo radio es menor que el de la esclerótica, lo que explica que sobresalga hacia adelante. Su diámetro transversal es algo mayor que su diámetro vertical. Se distinguen en ella: una **cara anterior**, convexa y lisa, humedecida por las lágrimas, que se encuentra en contacto con el aire exterior, pero está oculta por los párpados cuando estos se ocluyen; una **cara posterior**, cóncava, que constituye la pared anterior de la cámara anterior del ojo, y una circunferencia, unida a la esclerótica a nivel del limbo de la córnea. En el anciano, el limbo puede estar marcado por una línea de color grisáceo (arco senil o gerontoxon). La córnea está encastrada en la esclerótica mediante una superficie en bisel, oblicua hacia atrás. Este bisel avanza más arriba y abajo que a los lados. Los tejidos corneales y escleróticos están fusionados. No existe plano de separación entre ellos.

Vasos y nervios de la capa externa

La **esclerótica** está irrigada por arterias que provienen de los vasos ciliares cortos anteriores y posteriores. Las venas terminan en las venas coroideas y en las venas ciliares anteriores. Los **nervios** son ramos de los nervios ciliares.

La **córnea** no tiene vasos sanguíneos ni linfáticos, pero está ricamente inervada y su sensibilidad es muy grande (las ulceraciones de la córnea son muy dolorosas).

Capa vascular del globo ocular [úvea]

Está aplicada a la cara interna de la capa fibrosa, a la cual se adhiere desde el polo posterior hasta un punto situado 1 mm

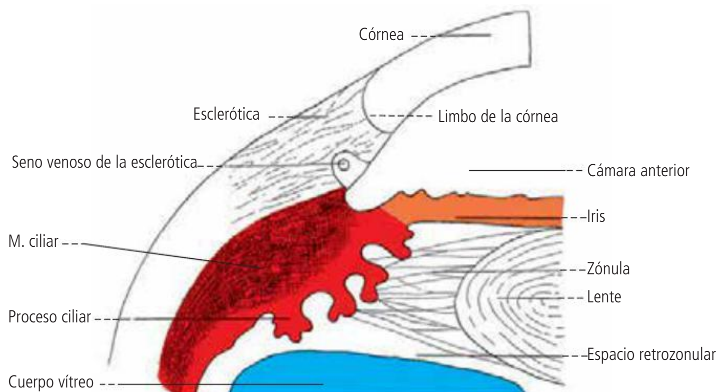


Fig. 44-5. Corte horizontal del iris y de un proceso ciliar. Ángulo iridocorneano.

por detrás del limbo de la córnea. Desde allí se dirige en sentido perpendicular hacia el eje del globo ocular, formando un tabique frontal (el iris) perforado en el centro (pupila). El segmento posterior, que corresponde a la esclerótica, está interrumpido por una línea festoneada, situada delante del ecuador del globo ocular: la **ora serrata**. Esta formación divide la capa media en dos partes: una parte posterior, amplia y vascular, la **coroides**; la otra anterior, menos amplia y musculovascular; el **cuerpo ciliar** y el **iris**.

Se estudian sucesivamente: la coroides, el cuerpo ciliar y el iris.

Coroides

Representa las tres cuartas partes de una esfera hueca (**fig. 44-3**). Es una membrana más gruesa atrás que adelante (200 a 400 micrones). Es bastante frágil. Su **cara externa** convexa se aplica contra la cara interna de la esclerótica, a la cual está unida por la lámina fusca y por vasos y nervios que van de una a otra. La **cara interna**, lisa y de coloración oscura, responde a la retina pero sin adherirse a ella. La coroides presenta **un foramen posterior**, donde se adhiere a la esclerótica, que es atravesado por el **nervio óptico**. El **foramen anterior**, marcado por la ora serrata, se continúa con el cuerpo ciliar. Está esencialmente constituido por una capa de vasos voluminosos, en especial venosos (venas vorticosas).

Cuerpo ciliar

El cuerpo ciliar se interpone entre la coroides y la circunferencia del iris (**figs. 44-3** y **44-5**). Forma un anillo espeso situado entre la zona ciliar de la retina, atrás, y de la esclerótica, adelante. Es una formación musculovascular que comprende: una parte anterior, el **músculo ciliar**, y una parte posterior, vascular, los **procesos ciliares**.

El **músculo ciliar** es un **músculo liso** constituido por:

- **Fibras meridionales**, radiadas, extendidas de adelante hacia atrás y de la esclerótica a la coroides y a los **procesos ciliares**.
- **Fibras longitudinales**, ecuatoriales, que rodean el iris.
- **Fibras circulares** del músculo ciliar.
- **Procesos ciliares** dispuestos en forma de corona (**corona ciliar**); son aproximadamente ochenta, se presentan en forma de **pliegues ciliares** convexos, orientados de manera meridiana, separados por canales, los **valles ciliares**. Su base se interpone entre la cara posterior del iris y la cara anterior del lente [cristalino]. Están formados por paquetes vasculares anastomosados con una red capilar densa que da origen al **humor acuoso**.

Iris

Constituye la parte más anterior de la capa vascular (**figs. 44-3**, **44-4** y **44-6**). Tiene forma de disco vertical perforado en su centro por la **pupila**.

La **cara anterior** constituye la pared posterior de la cámara anterior del globo ocular. Es **coloreada**, de forma variable, con una zona periférica más pálida y una zona central más oscura. Está marcada por estrías radiadas que corresponden a los vasos del iris.

La **cara posterior**, de color oscuro, es cóncava. Toma contacto en su centro con el **lente**, separándose de él en la periferia por delante de los procesos ciliares, donde forma la pared anterior de la cámara posterior del ojo 1 mm por detrás del limbo de la córnea. La unión iridocorneal marca el **ángulo de la cámara anterior** (**fig. 44-3**) y corresponde a la circunferencia mayor del iris.

La fijación está asegurada por el **ligamento del ángulo iridocorneal** y por los vasos que unen el iris a la zona ciliar.

La **circunferencia interna** circunscribe la **pupila**. Sus dimensiones son variables, pues el iris es un órgano muscular, verdadero esfínter que estrecha o dilata la pupila.

Constitución anatómica. De anterior a posterior posee un estroma, un epitelio anterior y un epitelio posterior. El estroma contiene **células pigmentadas** y fibras musculares lisas dispuestas en un plano anterior circular (**músculo esfínter de la pupila**). El epitelio anterior contiene fibras musculares dispuestas de forma radiada (**músculo dilatador de la pupila**). El epitelio posterior es densamente pigmentado. El epitelio anterior y el estroma también contienen diferentes cantidades de pigmento, lo que da lugar a la variedad de coloración del iris.

Anatomía funcional. Movimientos del iris (**fig. 44-7**). El iris estrecha o dilata la pupila, lo que aumenta o disminuye la cantidad de luz que llega al lente [cristalino]. La **miosis** se caracteriza por la pupila estrechada y la **midriasis** por la pupila dilatada. Estos movimientos son reflejos. La constricción y la dilatación son movimientos activos que disponen de músculos propios y sobre todo de un sistema nervioso distinto: **parasimpático para la iridoconstricción**, **simpático para la iridodilatación**.

Centros y vías iridoconstrictoras. El núcleo central está formado por el **núcleo visceral del nervio oculomotor**, en el complejo de núcleos del III nervio craneal, y llega al **ganglio ciliar**, centro periférico. De allí, por los nervios ciliares cortos, el impulso eferente visceral parasimpático llega a la zona ciliar del iris.

Centros y vías iridodilatadoras. El cuerpo de la neurona preganglionar se halla en el **asta lateral de la médula espinal** de los primeros segmentos torácicos [centro cilioespinal de Budge] (**fig. 44-7**). Las fibras eferentes pasan por las dos últimas raíces cervicales y las dos primeras torácicas, llegan al **ganglio estrellado del simpático** por los ramos comunicantes blancos, atraviesan este ganglio sin detenerse en él, alcanzando el tronco simpático cervical por el asa subclavia. Ascienden hasta el **ganglio cervical superior**, que constituye el **centro periférico**, de donde parten las fibras posganglionares. Estas pasan por el plexo carotídeo interno, llegan al ganglio del nervio trigémino y pasan al ramo oftálmico del trigémino. En la órbita van directamente al globo ocular (nervios ciliares largos) o atraviesan el ganglio ciliar sin detenerse en él. Este trayecto largo, complejo, explica los signos oculares: iridoconstricción de las lesiones bajas del plexo braquial, de las compresiones del ganglio estrellado o de las compresiones del tronco simpático cervical.

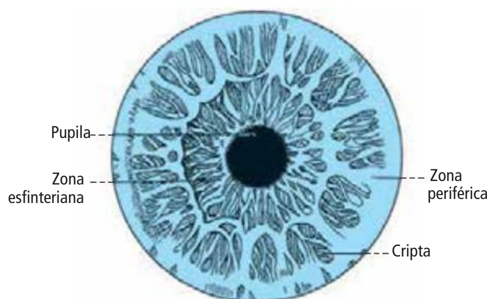


Fig. 44-6. Aspecto del iris, visto con lámpara de hendidura.

Vías centrípetas. El iris reacciona ante las estimulaciones periféricas y centrales. Las **estimulaciones periféricas** son suscitadas por la intensidad de la luz (reflejo fotomotor) o por la distancia del objeto mirado (reflejo de acomodación). La vía centrípeta es el nervio óptico, en conexión con el núcleo accesorio del nervio oculomotor, sea en forma directa, o bien por intermedio de los centros corticales. Las **estimulaciones centrales** (emoción, composición de la sangre, traumatismos, etc.) adoptan vías centrales o implican la acción directa de la sangre que circula por los centros (reacciones pupilares de algunas intoxicaciones).

Esta rápida descripción permite comprender las disociaciones de los diversos reflejos pupilares, como la parálisis aislada del reflejo fotomotor con conservación del reflejo de acomodación en la sífilis nerviosa (signo de Argyll-Robertson).

Vascularización e inervación de la capa media

Las **arterias** provienen (**fig. 44-8**) de las **arterias ciliares cortas posteriores**, cuyo territorio alcanza la ora serrata, y de las dos **arterias ciliares largas anteriores lateral** y **medial**, que atraviesan la esclerótica y llegan a la gran circunferencia del iris, donde se anastomosan formando el **círculo arterial mayor**. Ramas de este círculo forman la circunferencia menor (arterias radiadas) y rodean la pupila (**círculo arterial menor**).

Las **venas** siguen la disposición de las arterias. Se agrupan en los procesos ciliares para formar los plexos venosos coroideos. Estos desembocan en una red venosa coroidea, tributaria de la vena oftálmica.

Los **nervios** provienen del ganglio ciliar (seis u ocho nervios ciliares cortos) o del nervio nasociliar (de dos o tres nervios ciliares largos). Estos nervios contienen fibras motoras para el músculo ciliar y los músculos del iris, fibras sensitivas para el epitelio anterior del iris y fibras vasomotoras y tróficas.

Capa interna del globo ocular

La **retina** se encuentra extendida en la cara profunda de la capa vascular; en ella está el cuerpo de la neurona ganglionar, origen del **nervio óptico** (véase **fig. 44-3**). Las fibras de este nervio se originan en la **retina**, convergen hacia el disco del nervio óptico y atraviesan sucesivamente la coroides, luego la esclerótica, antes de constituir un cordón nervioso que emerge de la esclerótica abajo y medial al polo posterior del globo ocular. La **retina** constituye el **órgano receptor** de las impresiones luminosas. Se extiende desde el disco óptico hasta la ora serrata. El epitelio pigmentario continúa por detrás del cuerpo ciliar y el iris. Se le describen dos partes: **porción óptica** y **porción ciega**.

Porción óptica

Se extiende desde el nervio óptico hasta la ora serrata.

Su **cara externa**, de color oscuro, convexa, se aplica contra la coroides, sin adherirse a ella.

Su **cara interna**, cóncava, está moldeada sobre el cuerpo vítreo, al que tampoco se adhiere. Es rosada, vascular, lisa y presenta en su región posterior dos superficies particulares (**fig. 44-9**):

A. El **disco óptico** [papila], blanquecino, deprimido en su centro (excavación del disco). Está situado a 3 mm medialmente y a 1 mm por encima del polo posterior del globo ocular. Corresponde a la expansión del nervio óptico y a la llegada de los vasos centrales de la retina. El **disco óptico** es el **punto ciego** de la retina.

B. La **mácula lútea**, que ocupa el polo posterior del **globo ocular**, es una superficie deprimida en su centro (fóvea central), bordeada por una retina gruesa. La **mácula lútea** es el punto que percibe el **máximo de rayos luminosos**.

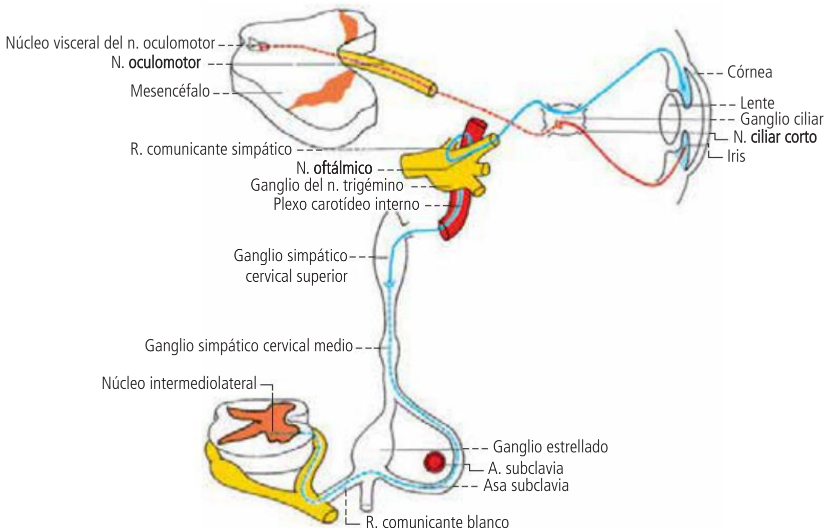


Fig. 44-7. Centros y vías motoras del iris.

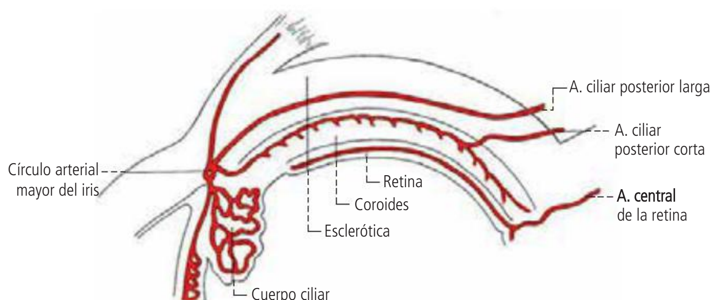


Fig. 44-8. **Vascularización arterial del globo ocular (según J. Rougier).**

Porción ciega

La retina se halla aquí reducida a una capa de células (pigmentarias) que se adhiere a la cara posterior del músculo y de los procesos ciliares (porción ciliar) y luego a la cara posterior del iris (porción iridiana).

Vascularización de la capa interna

La **arteria central de la retina** (**fig. 44-10**), rama de la **arteria oftálmica** originada en la **carótida interna**, sigue al nervio óptico. Emerge a nivel del disco óptico y se divide en dos ramas, ascendente y descendente, que se expanden en dirección a la **ora serrata** en ramas mediales (nasales) y laterales (temporales). Esta red arterial es independiente de los vasos de la coroides. No obstante, muy finas y raras anastomosis reúnen los dos sistemas. Las venas convergen en el disco óptico para formar la vena central de la retina, que sigue al nervio óptico y va a drenar en la vena oftálmica.

Contenido del globo ocular

Está constituido por los órganos y medios transparentes o refringentes, que la luz atraviesa para llegar a la retina; los rayos convergen en un punto exacto de esta.

Se estudian: el lente, el cuerpo vítreo y las cámaras del ojo con el humor acuoso.

Lente [cristalino]

Es una lente biconvexa, transparente y elástica, situada verticalmente entre el iris adelante y el cuerpo vítreo atrás (**figs. 44-3** y **44-11**). Se mantiene en su posición por una membrana elástica periférica, la **zónula ciliar**.

Descripción. El lente tiene un diámetro de 1 cm y un espesor de 5 mm, promedio.

La **cara anterior**, convexa, se relaciona con la pupila en el centro y con la cámara posterior del globo ocular, con el iris y con

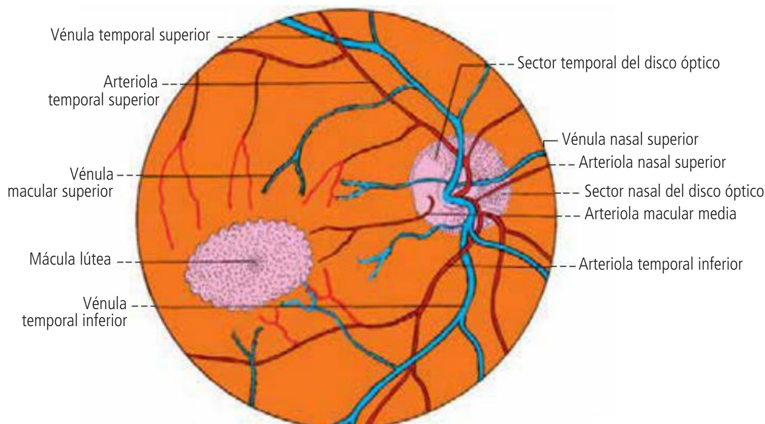


Fig. 44-9. **Esquema de un fondo de ojo normal. Vasos de la retina. Ojo derecho.**

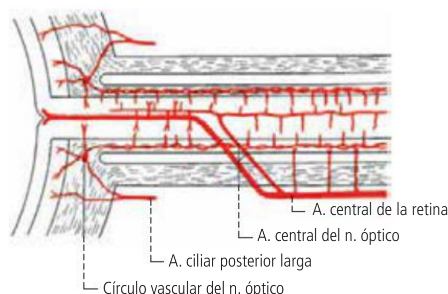


Fig. 44-10. Ramas de la arteria oftálmica (esquema según Bronner).

los procesos ciliares en la periferia. Está separada de la córnea por una distancia de 2 a 2,5 mm.

La **cara posterior**, más convexa aún, responde a la cara anterior del cuerpo vítreo.

El **ecuador** (corresponde a su circunferencia) es redondeado. Las dos caras se reúnen allí en un ángulo romo en relación con la zónula ciliar.

Constitución anatómica. El **lente** está compuesto por una envoltura delgada (**cápsula**) y por fibras dispuestas en capas concéntricas en el seno de una masa amorfa. Esta se espesa en la superficie para formar los radios de una estrella (superior, medial y lateral). Perfectamente transparente hasta la edad adulta, puede volverse completamente opaco en los individuos de cierta edad (catarata).

Aparato suspensor. Zónula ciliar [de Zinn] (**figs. 44-5** y **44-12**). Está formado por un conjunto de fibras transparentes que van desde la lámina basal del cuerpo ciliar hasta la periferia ecuatorial del lente. Se disponen en fibras anteriores, medias y posteriores; estas últimas unen el cuerpo ciliar al vítreo. Estas fibras forman una membrana circular cuya parte periférica está interpuesta entre los procesos ciliares adelante y el cuerpo vítreo atrás. En su parte central, en contacto con el ecuador y el lente, las fibras se separan dejando entre ellas un espacio, el **espacio zonular** [conducto abollonado] (**fig. 44-13**). Este es un espacio con humor acuoso que se comunica hacia adelante con la cámara posterior del globo ocular. Bajo la influencia de la contracción o de la relajación de los músculos ciliares, la zónula ciliar se halla laxa o tensa. Esta acción es transmitida al lente, cuyas curvaturas pueden ser aumentadas o disminuidas según el tipo de visión: el lente es más convexo en la visión próxima y más aplanado en la visión alejada. Es el fenómeno de la **acomodación**.

El lente no tiene vasos ni nervios propios. Se nutre por imbibición del humor acuoso producido por los procesos ciliares que circula entre las fibras del lente.

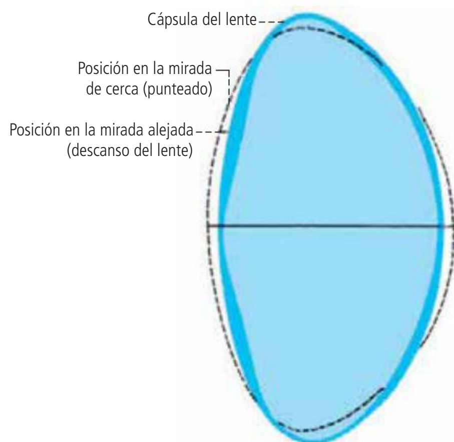


Fig. 44-11. Corte sagital del lente. Modificaciones en el curso de la acomodación.

Cámara vítrea. Cuerpo vítreo

La cámara vítrea o postrema se ubica por detrás del lente (**fig. 44-13**). Está ocupada por el cuerpo vítreo. Este es el más voluminoso de los medios transparentes del ojo. Ocupa los dos tercios posteriores del globo ocular. Está comprendido entre el lente y la zónula ciliar adelante y la retina por atrás. Su parte anterior está deprimida en su centro por el lente: es la **fosa hialoidea**. Otra depresión se sitúa frente al disco óptico de la retina. La cámara vítrea está limitada por una envoltura (**membrana vítrea**), que rodea al humor vítreo.

Membrana vítrea [hialoidea]. Resulta de la condensación de las capas periféricas del humor vítreo. No contiene ninguna célula. Se invagina en algunos puntos de la cámara vítrea.

Humor vítreo. Entra en la composición del cuerpo vítreo. Es una masa de aspecto gelatinoso bastante semejante a la clara de huevo, marcada por un sistema de hendiduras estrechas. Esta sustancia está organizada en superficie en círculos concéntricos, que reúnen fibras delgadas y refringentes, sembradas de células. La sustancia fundamental es gelatiniforme y transparente. El humor vítreo está atravesado de un lado a otro por el **conducto hialoideo** [de Cloquet-Stilling]. Este conducto atraviesa el cuerpo vítreo de adelante hacia atrás, desde el polo posterior del lente hasta el disco óptico. En el feto, da paso a la **arteria hialoidea**, que nutre al lente y que se oblitera después de nacer. Las paredes de este conducto están tapizadas por la membrana vítrea.

Cámaras del globo ocular y humor acuoso

Las cámaras del globo ocular con humor acuoso ocupan el espacio comprendido entre el lente y la córnea (**figs. 44-3** y **44-13**). Este espacio se halla dividido por el iris en dos partes, la **cámara anterior** y la **cámara posterior**.

Cámara anterior. Es el espacio comprendido entre la cara posterior de la córnea y la cara anterior del iris. Su diámetro anteroposterior varía entre 2 y 2,5 mm. Su circunferencia está marcada por el **ángulo iridocorneal**, donde el iris se adhiere al **limbo esclerocorneal** a través de la **red trabecular** que llena el ángulo iridocorneal. Este **ángulo** de la cámara anterior se halla próximo al **seno venoso de la esclerótica** [conducto de Schlemm].

Cámara posterior. Está situada detrás del iris. Constituye un anillo estrecho posterior al iris y anterior al lente y la zónula. En su centro, el borde interno del iris se halla en contacto con el lente, mientras que en la periferia, la circunferencia mayor corresponde a la base de los procesos ciliares.

Las cámaras anterior y posterior se comunican a través de la pupila.

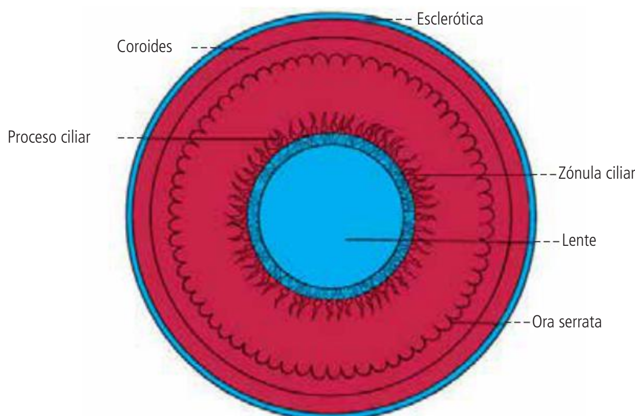


Fig. 44-12. Cuerpo ciliar, ora serrata y cristalino, vista posterior.

Humor acuoso. Es un líquido incoloro, perfectamente límpido, que llena las dos cámaras del globo ocular. Es secretado por el epitelio no pigmentado de los **procesos ciliares**. Puede fluir hacia el espacio retrozonular a partir de la cámara posterior y participa en la nutrición del lente. Pasando a la cámara anterior por el orificio pupilar, puede concentrarse en el ángulo de la cámara anterior y drenar en el seno venoso de la esclerótica, a partir del cual es drenado por las venas de la esclerótica.

EXAMEN EN EL SER VIVO

El examen externo del globo ocular muestra una parte de la esclerótica, la totalidad de la córnea, a través de esta, el iris y la pupila y, a través de ella, el lente. La pupila puede ser dilatada mediante el empleo de anticolinérgicos como la atropina o simpaticomiméticos, lo que ensancha el campo de la cámara posterior.

Numerosos aparatos permiten examinar de manera precisa y profunda los diferentes elementos del globo ocular: lámpara de hendidura para la córnea, lentes diversas para juzgar las alteraciones de la acomodación o del centrado de las imágenes (miopía, presbicia, hipermetropía), y en especial el **oftalmoscopio**, que permite el examen de la retina (véase fig. 44-9). Este instrumento emite un rayo luminoso que atraviesa los medios transparentes del globo ocular permitiendo, debido a la oscuridad de la cámara, ver la zona sensible de la retina. Centrada en la mácula lútea, oscura, transversalmente alargada y marcada por un punto brillante, se ve la **fóvea central**. Medial a la mácula

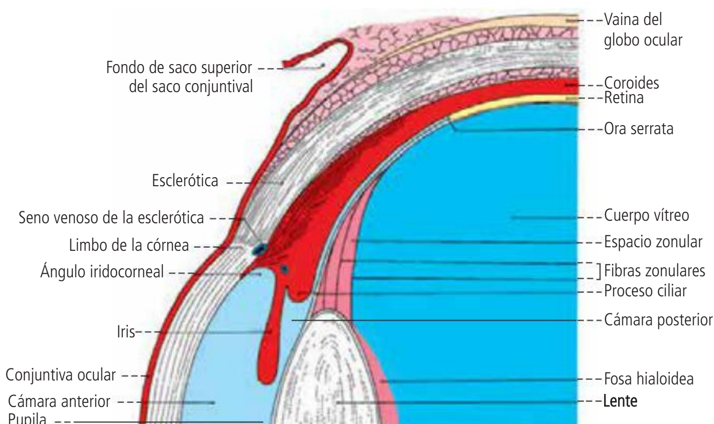


Fig. 44-13. Globo ocular, corte vertical de la parte anterior, mitad superior.

lútea se encuentra el **disco óptico**, oval, blanco rosado y limitado en la periferia por un círculo más oscuro.

Del centro de este disco óptico (emergencia del nervio óptico) se ven partir las ramas de la arteria central de la retina, rojas, pulsátiles y brillantes. Las venas son más oscuras y anchas. El aspecto del disco óptico y de los vasos proporciona datos extremadamente importantes sobre la circulación intracraneal, así como acerca de numerosos estados patológicos. El examen de la retina es de práctica corriente en oftalmología, en neurología y en medicina general para el diagnóstico de muchas enfermedades.

45 Estructuras accesorias del ojo

Comprenden las estructuras que movilizan y protegen el globo ocular, los vasos y los nervios de la órbita.

MÚSCULOS EXTRÍNSECOS DEL GLOBO OCULAR

Existen seis músculos, llamados **extrínsecos**, que son músculos estriados de comando voluntario o reflejo, en oposición a los **músculos intrínsecos**, lisos, cuya acción es únicamente refleja (el músculo ciliar, por ejemplo). Existen cuatro músculos **rectos** (superior, inferior, medial y lateral) y dos músculos **oblicuos**: superior e inferior, insertados por una parte en el esqueleto orbitario y por otra, en la esclerótica. Se describe con estos músculos la **vaina del globo ocular**, formación fibrosa unida al globo ocular y a sus músculos motores.

Músculos rectos

Se dirigen del vértice de la órbita al globo ocular. Disponen atrás de una inserción común: el **anillo tendinoso común**. Divergen hacia adelante formando un cono muscular por detrás y alrededor del globo ocular. Semejan cintas rectangulares, alargadas y planas, insertadas adelante, en la esclerótica.

Anillo tendinoso común [anillo de Zinn]

Se inserta en la parte medial de la **fisura orbitaria superior** (**fig. 45-1**). Se dirige hacia adelante y se divide en cuatro bandeletas que separan a cada uno de los cuatro músculos en su origen: dos bandeletas inferiores, medial y lateral, y dos bandeletas superiores, medial y lateral. La bandeleta superomedial está perforada por el pasaje del nervio óptico y de la arteria oftálmica. La bandeleta superolateral está dispuesta (**anillo tendinoso común**) alrededor de los nervios nasociliar, abducens, oculomotor (dos ramos) y de la raíz simpática del ganglio ciliar. Todos estos elementos penetran así en el interior del cono muscular.

Músculo recto superior

Se inserta atrás entre las dos bandeletas superiores del anillo tendinoso común y por encima del conducto óptico (**fig. 45-2**). Se extiende de atrás hacia adelante, pasa por encima de las inserciones terminales del músculo oblicuo superior y se fija en la esclerótica, en una línea transversal de aproximadamente 1 cm, situada algo por delante del ecuador.

Músculo recto inferior

Se inserta entre las bandeletas inferiores del anillo tendinoso común (**fig. 45-3**). Sigue de atrás hacia adelante al piso de la

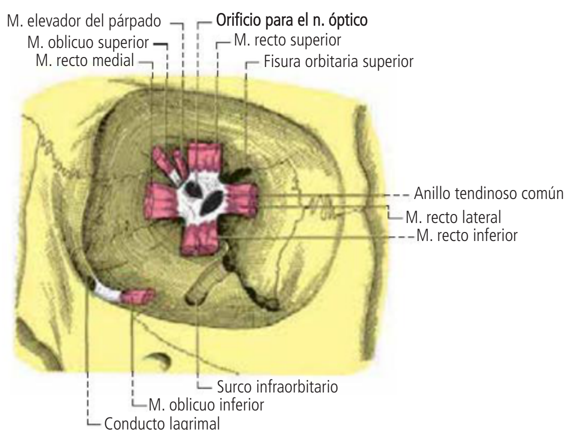


Fig. 45-1. **Anillo tendinoso común e inserciones de los músculos del globo ocular, lado izquierdo.**

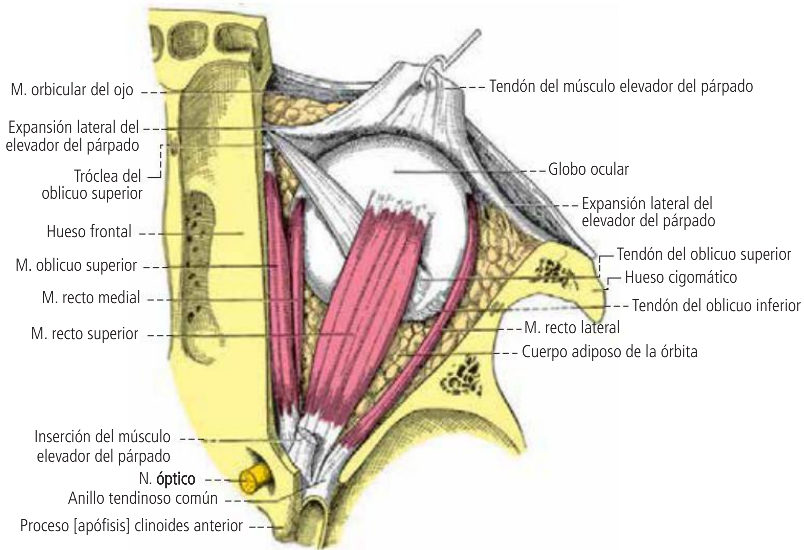


Fig. 45-2. Músculos del globo ocular, vista superior, ojo derecho.

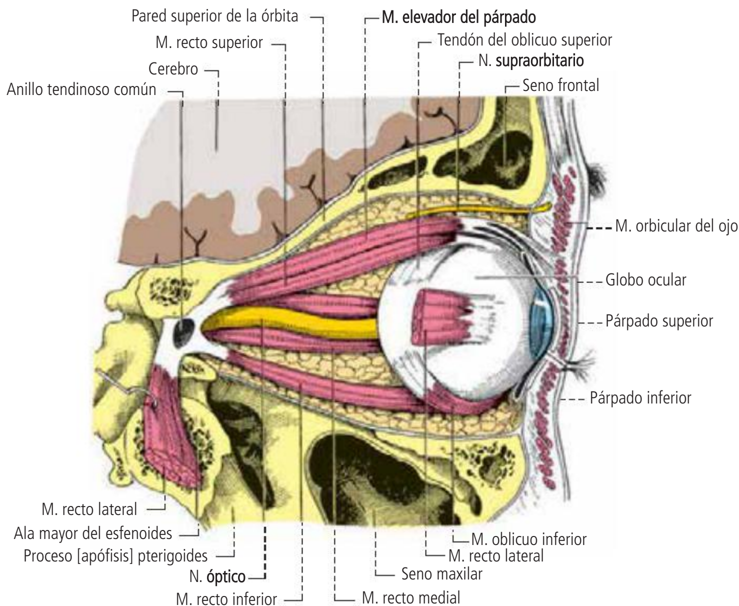


Fig. 45-3. Músculos del globo ocular, vistos por su cara lateral.

órbita, del que lo separa, adelante, el oblicuo inferior. Se fija en sentido transversal en la esclerótica, aproximadamente a 6 mm por debajo de la córnea.

Músculo recto medial

Se inserta entre las bandeletas mediales (superior e inferior) del anillo tendinoso común (**figs. 45-2** y **45-3**). Situado verticalmente en la órbita, se extiende de atrás hacia adelante y se fija en la esclerótica siguiendo una línea vertical curva, delante del ecuador del globo ocular.

Músculo recto lateral

Se inserta entre las bandeletas laterales (superior e inferior) del anillo tendinoso común (**figs. 45-2** y **45-3**). Alcanza, de atrás hacia adelante, la cara lateral de la esclerótica, medial a la cara medial de la glándula lagrimal. Se fija verticalmente a unos 7 mm por detrás de la córnea.

Las **inserciones anteriores de los músculos rectos** (**figs. 45-4** y **45-5**) trazan en conjunto una línea espiral que, a partir del recto medial, se aparta progresivamente de la córnea. Además, la longitud total de las inserciones es superior a la de los espacios que las separan (Hugonnier).

Músculos oblicuos

Son el oblicuo superior y el inferior.

Músculo oblicuo superior [mayor]

Se inserta atrás en la parte medial y superior del conducto óptico y sobre la vaina del nervio óptico (**figs. 45-2** y **45-3**). De

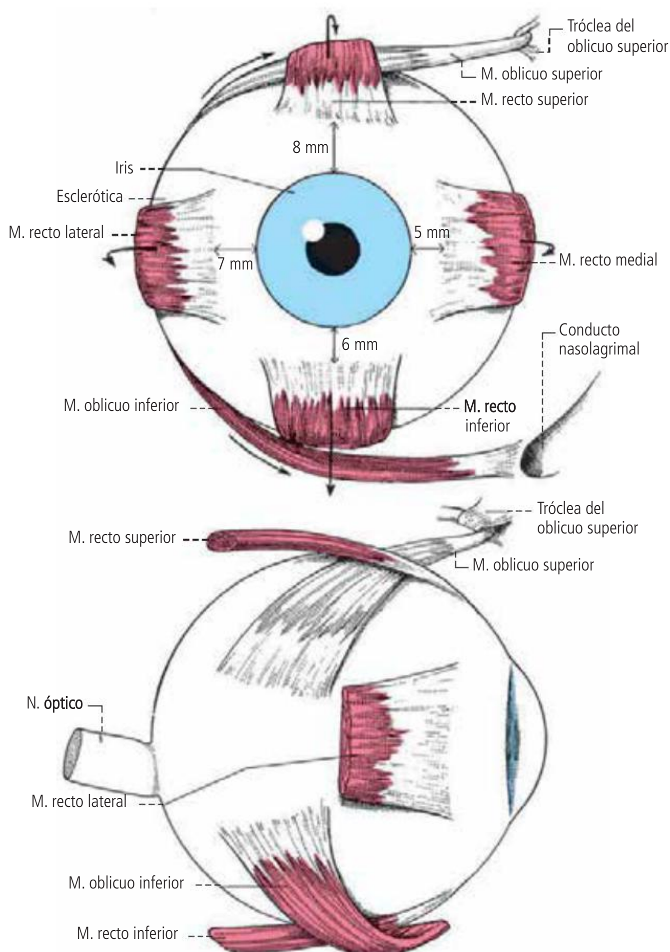


Fig. 45-4. **Vistas anterior y lateral del globo ocular derecho. Inserciones de los músculos extraoculares.**

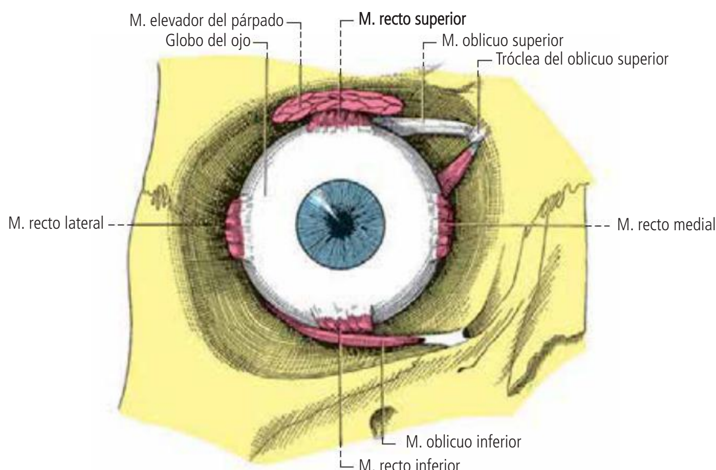


Fig. 45-5. Globo ocular y músculos extraoculares, vistos de frente, lado derecho.

allí se dirige hacia adelante siguiendo el borde superomedial de la órbita. Llegando cerca del borde orbitario penetra en un anillo fibroso, su **tróclea** (polea) de reflexión; efectúa entonces una inflexión hacia abajo, lateralmente y algo hacia atrás. Se fija sobre el globo ocular por medio de un tendón ensanchado situado por debajo del recto superior, en la porción superolateral del hemisferio posterior (**figs. 45-4** y **45-5**).

Músculo oblicuo inferior [menor]

Se inserta en el borde superior del **conducto nasolagrimal**, por detrás y lateral al saco lagrimal (**figs. 45-3** y **45-5**). Se origina, pues, en el piso de la órbita en su parte anterior y medial. Se dirige hacia atrás y lateral, por encima del piso de la órbita y medial al recto lateral, por debajo del globo ocular, a cuyo alrededor se arrolla, pero está separado de él por el músculo recto inferior. El músculo oblicuo inferior se inserta sobre el hemisferio posterior del globo ocular, a 8 mm aproximadamente por debajo de la inserción ocular del músculo oblicuo superior (**fig. 45-4**).

Vaina del globo ocular [cápsula de Tenon]

Es una membrana fibroelástica que recubre la esclerótica desde el contorno de la córnea hasta el punto donde el nervio óptico emerge del globo ocular (**fig. 45-6**). Comprende una parte preecuatorial, que toma contacto adelante con la conjuntiva, y una parte retroecuatorial que se prolonga, a partir de las inserciones musculares, sobre las dos caras de los músculos extrínsecos del globo ocular, alrededor de los cuales forma una vaina.

La **cara cóncava** de la vaina del globo ocular se relaciona, por intermedio de un espacio ocupado por tejido conectivo laxo, con la esclerótica (espacio epiescleral). La **cara convexa** está en relación con el cuerpo adiposo de la órbita (Neiger). Está perforada por los elementos que atraviesan la esclerótica (nervio óptico, nervios y vasos ciliares, etc.). La vaina del globo ocular forma una cavidad en la cual el ojo realiza sus movimientos.

Fascias musculares

Poco interesa si las fascias de los músculos extrínsecos son expansiones anteroposteriores de la vaina del globo ocular o, por el contrario, si esta es una prolongación anterior de esas fascias, como lo sostiene Winckler. Lo que importa es que esas láminas fibrosas refuerzan a los músculos, en especial en contacto con sus inserciones en la esclerótica. Estas emiten prolongaciones en dirección al borde orbitario. Entre ellas deben recordarse: la del recto superior, que se dirige hacia arriba y adelante y rodea el tendón del músculo elevador del párpado superior; la del recto inferior, que se fija en el borde inferior de la órbita y que igualmente alcanza el tarso inferior; el oblicuo inferior emite una expansión muy importante que, desde el borde inferior de su vaina, se dirige hacia abajo, adelante y lateral, insertándose en el proceso [apófisis] orbitario del hueso cigomático. El oblicuo superior es el único músculo que no emite prolongaciones en dirección a las paredes de la órbita.

También existen expansiones de tejido conectivo que reúnen a las vainas de los músculos rectos en el fondo de saco conjuntival y en la cara profunda de la conjuntiva palpebral. De esta manera, el fondo de saco de la conjuntiva sigue los movimientos del ojo.

El conjunto de las fascias de los músculos rectos, reunidas por hojas intermusculares, constituye un cono musculofascial, cuyo vértice corresponde al anillo tendinoso común y cuya base anterior se apoya sobre la vaina del globo ocular. De esta manera se asegura la solidaridad anatómica de los músculos extrínsecos del globo ocular.

Inervación

Los músculos recto superior, recto medial, recto inferior y oblicuo inferior están inervados por el **nervio oculomotor**; el

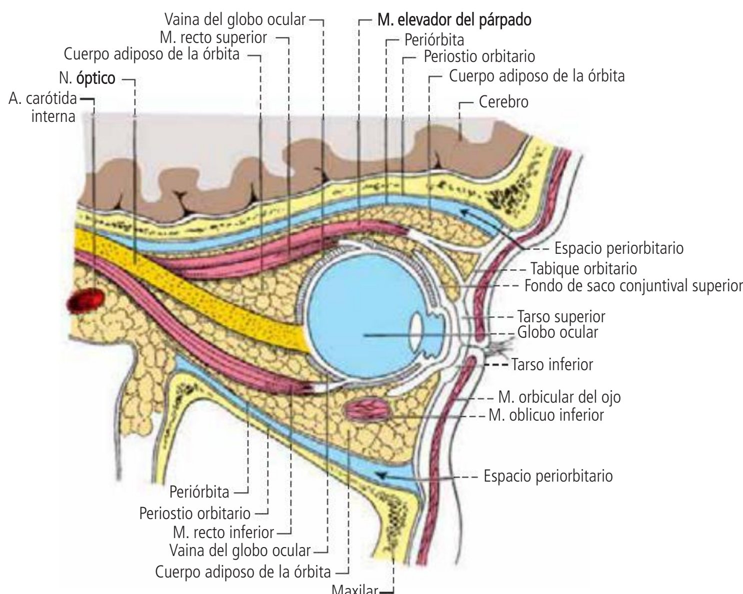


Fig. 45-6. Corte longitudinal de la órbita que pasa por el nervio óptico.

recto lateral, por el **nervio abducens** y el oblicuo superior, por el **nervio troclear**.

NERVIOS OCULOMOTORES

Corresponden a tres nervios craneales: el **nervio oculomotor**, el **nervio troclear** y el **nervio abducens**.

El nervio oculomotor es el más importante, puesto que inerva todos los músculos extrínsecos del globo ocular excepto el oblicuo superior, que es inervado por el nervio troclear y el recto lateral, al que inerva el nervio abducens. Además, el nervio oculomotor es el único que contiene fibras parasimpáticas para el músculo esfínter de la pupila y para el músculo ciliar.

Nervio oculomotor [motor ocular común] (III)

Orígenes reales

Los núcleos del nervio están en el mesencéfalo, por delante y debajo del acueducto del mesencéfalo, en la sustancia gris periacueductal, delante del colículo superior (fig. 45-7). En la columna celular, que se extiende 1 cm en altura, hay dos núcleos:

A. El **núcleo somatomotor**, cuyo componente funcional es análogo al de las astas anteriores de la médula espinal, comanda a los músculos estriados. Se pueden distinguir centros propios (subnúcleos) para cada músculo en el seno de este núcleo. La mayor parte de las fibras que aquí se originan son homolaterales, pero existen algunas fibras cruzadas. Este núcleo está conectado: con la vía motora voluntaria (fibras corticonucleares); con la vía sensitiva principal (lemnisco medial); con las vías ópticas y cocleares (movimientos reflejos), y con el cerebelo.

B. El **núcleo oculomotor accesorio** [visceral o de Edinger-Westphal] está situado por detrás del precedente y en él se originan fibras iridoconstrictoras (eferentes viscerales preganglionares) para el músculo esfínter de la pupila y el músculo ciliar.

Origen aparente

El nervio emerge en la cara anteromedial del pedúnculo cerebral (espacio interpeduncular) (fig. 45-8). Sus fibras alcanzan este origen atravesando el pedúnculo, en particular la sustancia negra, de atrás hacia adelante.

Trayecto y relaciones

Desde su origen se dirige oblicuamente adelante, lateral y algo arriba, y lateralmente al proceso [apófisis] clinoides posterior. Llega a la pared lateral del seno cavernoso y luego se introduce en ella. Se dirige hacia la **fisura orbitaria superior**, oblicuo hacia adelante y abajo. Se divide en sus dos ramos terminales en la fisura orbitaria superior o un poco antes de llegar a ella, en la extremidad anterior del seno cavernoso. Estos ramos penetran así en la órbita atravesando el **anillo tendinoso común**.

Desde su origen y hasta el seno cavernoso (fig. 45-8). El nervio oculomotor se encuentra en el espacio subaracnoideo. Pasa lateral a la arteria basilar, entre la **arteria cerebral posterior** (por arriba) y la **arteria cerebelosa superior** (por abajo). Sigue la cara lateral del proceso clinoides posterior, por encima de la circunferencia mayor de la tienda del cerebelo.

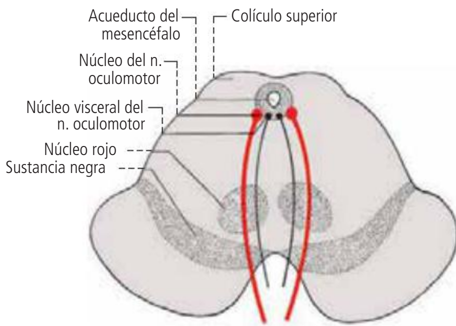


Fig. 45-7. Corte horizontal del mesencéfalo: núcleo del nervio oculomotor (según Delmas).

En la pared lateral del seno cavernoso (**fig. 45-9**). Al principio está situado por encima del nervio troclear y del nervio oftálmico, a los que cruza luego medialmente, pero siempre en sentido lateral al nervio abducens, situado en el seno mismo, junto con la arteria carótida interna.

En la fisura orbitaria superior. Sus dos ramos pasan por el anillo tendinoso común, por encima y por debajo de la vena oftálmica junto con el nervio nasociliar, que está situado medialmente, y el nervio abducens, lateralmente.

Distribución

No existen prácticamente ramos colaterales (**fig. 45-10**).

Ramo terminal superior. Inerva el recto superior y el elevador del párpado superior.

Ramo terminal inferior. Origina tres ramos: para el recto medial, para el recto inferior y para el oblicuo inferior. De este tercer ramo nace el ramo destinado al ganglio ciliar, al cual le aporta el contingente parasimpático iridoconstrictor, destinado al globo ocular, al que llega por los nervios ciliares cortos.

Comunicaciones

Se realizan esencialmente con el plexo carotídeo interno (de origen simpático).

Nervio troclear [patético] (IV)

Orígenes reales

El núcleo del nervio troclear se encuentra en el mesencéfalo, debajo del núcleo del nervio precedente, en la sustancia gris que rodea al acueducto del mesencéfalo, a la altura del colículo inferior (**fig. 45-11**). Al igual que el núcleo somatomotor del nervio oculomotor, contiene un componente análogo al del asta anterior de la médula espinal. El núcleo del nervio troclear está conectado, como el del nervio oculomotor, a las fibras corticonucleares, al lemnisco medial, a las vías cocleares, a las vías ópticas y al cerebelo. Las fibras que de él parten se dirigen atrás, luego abajo y por último medialmente, para entrecruzarse con las del lado opuesto: **todas las fibras del nervio troclear son cruzadas** (es el único nervio craneal de este tipo).

Origen aparente

El nervio troclear aparece en la cara posterior del mesencéfa-

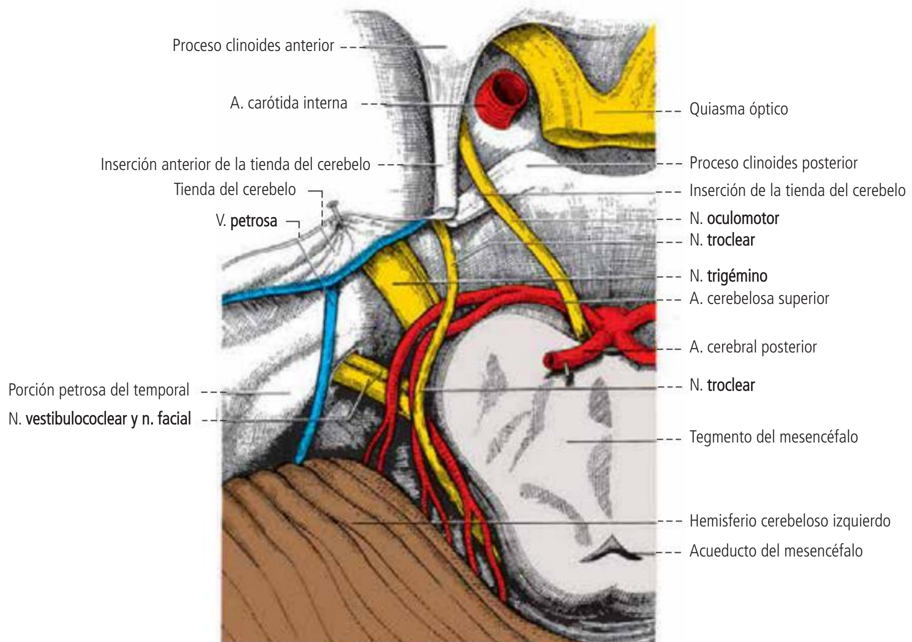


Fig. 45-8. Ángulo pontocerebeloso e inserciones de la tienda del cerebelo, vista superior, lado izquierdo.

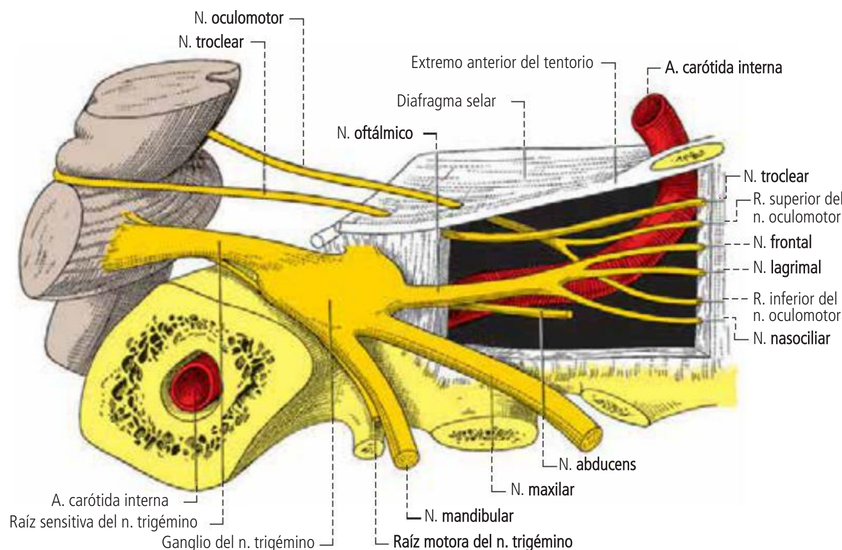


Fig. 45-9. Relaciones esquemáticas de la arteria carótida interna con los nervios de la órbita, en el seno cavernoso (según Perlemuter y Waligora).

lo, debajo del colículo inferior: posee, pues, una emergencia dorsal a ambos lados del velo medular superior. Es el único nervio craneal que decusa sus fibras antes de salir del tronco encefálico y el único que emerge por su cara dorsal.

Trayecto y relaciones

Desde este origen, el nervio se dirige lateralmente hacia abajo y adelante rodeando, en una curva de concavidad medial, la cara lateral del mesencéfalo dentro de la cisterna ambiens. Cambia de dirección y transcurre de atrás hacia adelante, y llega a la parte posterior del seno cavernoso en el punto en que las dos circunferencias de la tienda del cerebelo se entrecruzan. Penetra en la pared lateral del seno cavernoso, a la que recorre, y entra en la órbita por la fisura orbitaria superior, quedando lateral al anillo tendinoso común, y se vuelve oblicuo hacia adelante y medialmente, para llegar al borde superior del músculo oblicuo superior, donde termina.

Alrededor del mesencéfalo (**fig. 45-8**). Cruza el pedúnculo cerebeloso superior y se relaciona con la arteria cerebelosa superior. Recorre la cisterna ambiens. Se sitúa a nivel de la circunferencia menor de la tienda del cerebelo, entre el nervio oculomotor que se encuentra arriba y medialmente, y las raíces del trigémino que se ubican por abajo y lateralmente.

En la pared lateral del seno cavernoso (**fig. 45-9**). Se sitúa al principio debajo del nervio oculomotor y por encima del nervio oftálmico. Pasa enseguida lateral al nervio oculomotor y se sitúa por encima del nervio frontal (ramo superior del oftálmico) para encontrárselo en la parte anterior del seno cavernoso, por encima del ramo superior del nervio oculomotor.

En la fisura orbitaria superior. Se sitúa por encima y lateralmente al anillo tendinoso común, medial a los nervios frontal y lagrimal, ramos del nervio oftálmico.

En la órbita. Se dirige hacia adelante y medialmente, entre el músculo elevador del párpado superior y el techo de la órbita.

Distribución

Algunos de sus ramos colaterales están destinados a las meninges. Su **ramo terminal** llega al borde superior del músculo oblicuo superior, en el que penetra (**fig. 45-12**).

Comunicaciones

Con el plexo carotídeo interno, con el nervio oftálmico, y un ramo recurrente que puede llegar a la tienda del cerebelo.

Nervio abducens [motor ocular externo] (VI)

Orígenes reales

El nervio abducens posee un núcleo (**fig. 45-13**).

Núcleo del nervio abducens. Está situado en la profundidad del piso del IV ventrículo, cerca del plano mediano, en el colículo facial. Se encuentra por encima del núcleo del nervio hipogloso. Está contorneado por las fibras originadas del núcleo del nervio facial, ubicado adelante y lateralmente (**fig. 36-1**). El núcleo del abducens sumado a la rodilla de las fibras del facial, es el responsable de la formación del colículo facial. Está conectado con la vía voluntaria (fibras corticonucleares), con la vía sensitiva general (lemnisco medial), con los otros núcleos oculomotores por el fascículo longitudinal medial, con la vía coclear y con la vía óptica por intermedio del colículo superior.

Origen aparente

El nervio emerge del tronco cerebral en el surco medulopontino, medial al facial. Sus fibras atraviesan el puente, de atrás hacia adelante.

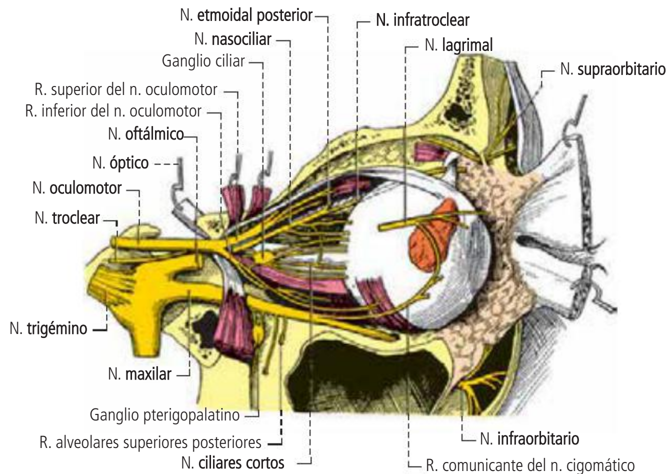


Fig. 45-10. **Nervios de la órbita, vista lateral derecha.**

Trayecto y relaciones

Desde su origen, situado en el piso posterior del cráneo, el nervio se dirige lateralmente arriba y adelante; penetra en el seno cavernoso; atraviesa la fisura orbitaria superior; pasa por el anillo tendinoso común y llega a la órbita, para terminar en el músculo recto lateral.

En la fosa posterior de la cavidad craneal. Se ubica en el espacio subaracnoideo del ángulo pontocerebeloso, lateralmente a la arteria basilar. Cruza a la arteria cerebelosa anteroinferior. Atraviesa a la duramadre, lateral al clivus, siguiendo un trayecto vertical. A este nivel, el nervio abducens se encuentra dentro de un conducto osteofibroso, cubierto por duramadre. Cruza la punta de la porción petrosa del temporal antes de perforar la pared posterior del seno cavernoso, medialmente a la cavidad trigeminal (**fig. 45-14**) y por debajo del seno petroso superior. Se conoce la parálisis del músculo recto lateral, por compromiso del nervio, en las osteítis del temporal: síndrome de Gradenigo. Cuando rodea por arriba la punta de la porción petrosa, pasa por debajo del ligamento petroesfenoidal.

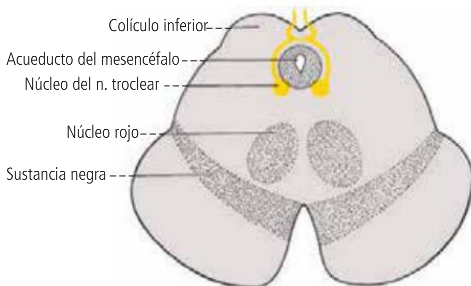


Fig. 45-11. **Corte horizontal del mesencéfalo: núcleo del nervio troclear (según Delmas).**

En el seno cavernoso. El nervio abducens penetra en el interior del seno cavernoso, donde está rodeado por una vaina de tejido conectivo, por debajo y lateral a la carótida interna. Se encuentra, pues, medial a los otros nervios oculomotores y al nervio oftálmico, que están en la pared del seno cavernoso.

Fisura orbitaria superior (**fig. 45-15**). Atraviesa el anillo tendinoso común, medial a las venas oftálmicas.

Distribución

No origina ramos colaterales. El nervio termina en la cara profunda del músculo recto lateral (**fig. 45-16**).

Comunicantes

Con el plexo simpático carotídeo interno en el interior del seno cavernoso.

ANATOMÍA FUNCIONAL

Movimientos de los globos oculares. (Agradecemos al profesor Hugonnier y al doctor Jambon-Genet por su colaboración) (**figs. 45-17** y **45-18**).

Es necesario estudiar por separado:

- La acción aislada de cada músculo sobre un globo ocular, considerando a este en posición “primaria” (la mirada fija adelante) y en otras posiciones.
- Las sinergias de los dos globos oculares (movimientos simultáneos).
- El comando nervioso.

Acción de los músculos

Globo ocular en posición “primaria”.

- El **recto lateral** dirige el globo ocular lateralmente, es **abductor**.

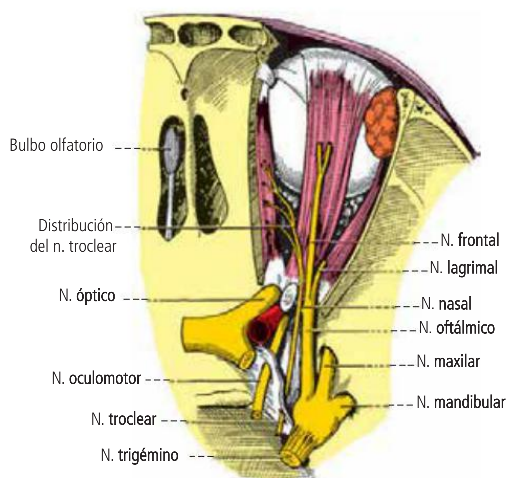


Fig. 45-12. Trayecto en la órbita del nervio troclear.

- El **recto medial** dirige el globo ocular medialmente, es **aductor**.
- El **recto superior**, debido a sus inserciones, tiene una acción más compleja, es **rotador hacia arriba** (acción principal), así como **aductor** (inserción oblicua atrás y medial) e **intortor** (lleva medialmente al extremo superior del meridiano vertical de la córnea).
- El **recto inferior**, que tiene una inserción semejante, es, por lo tanto, **rotador hacia abajo, aductor y extortor**. Es el antagonista del recto superior para la acción vertical y la acción de torsión, aunque simétrico en el plano horizontal (aducción).
- El **oblicuo superior** tiene una reflexión orbitaria en la tróclea. Su plano de acción es oblicuo adelante y medialmente, formando con el eje visual un ángulo de 51°. Como se inserta atrás en el globo ocular, sobre el cual pasa, es **rotador hacia abajo**, **abductor e intortor**.
- El **oblicuo inferior** actúa en un plano comparable al del oblicuo superior, pero pasando por debajo del globo ocular es **rotador hacia arriba**, **abductor y extortor**.

Debe señalarse:

- Los músculos rectos lateral y medial tienen una sola acción que se ejerce en el eje vertical (abducción y aducción, respectivamente).
- Los músculos con acción vertical (rectos superior e inferior, oblicuos) actúan también en el plano horizontal y sobre la torsión.
- Los músculos rectos superior e inferior tienen una acción vertical predominante.
- Los músculos oblicuos tienen una acción de “torsión” predominante.

Globo ocular en otras posiciones. Cambia la acción de los músculos, en especial la de los músculos de acción vertical y de torsión:

- Los **rectos superior e inferior** forman con el eje visual y en posición primaria un ángulo de 23°. Una abducción de 23° anula este ángulo y suprime toda otra acción que no sea la vertical. Por el contrario, una abducción de 67° (cuando la abducción ha sido llevada al máximo) suprimirá toda acción vertical, dejando solo la acción de torsión.

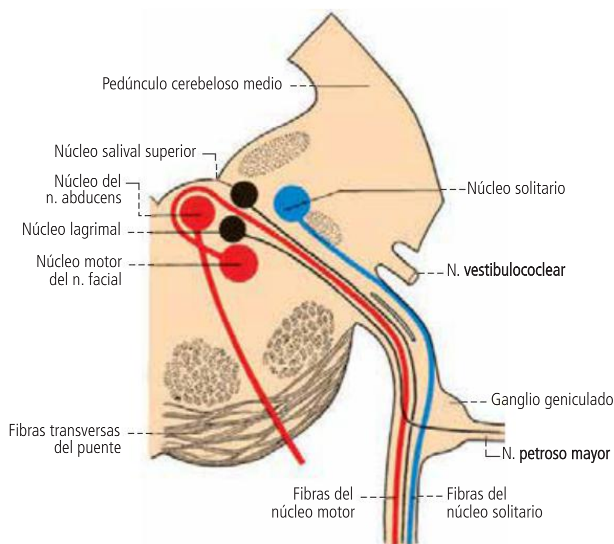


Fig. 45-13. Corte horizontal de la porción inferior del puente, núcleos del nervio facial y del nervio intermedio (según Delmas).

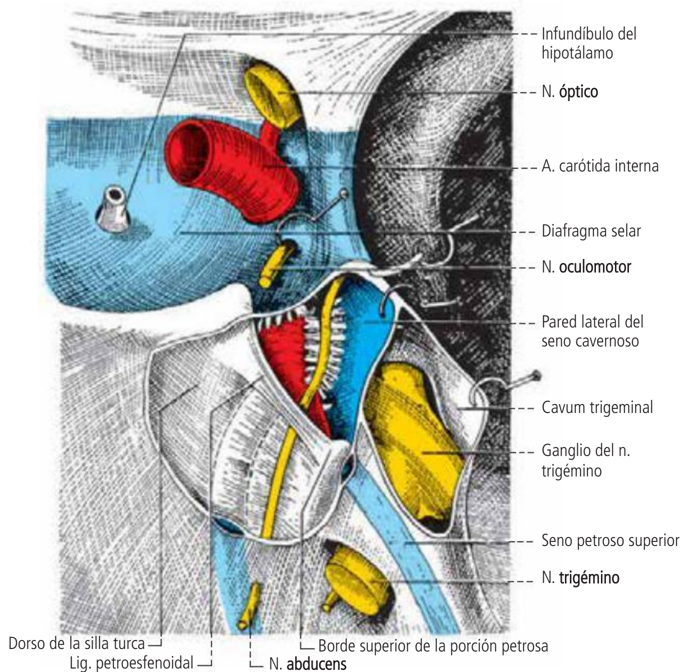


Fig. 45-14. Nervios motores del ojo en el seno cavernoso, vista superior, lado derecho.

– Los **oblicuos** (ángulo de 51° con el eje visual en posición primaria) ven persistir únicamente su acción vertical cuando el globo ocular está en aducción a 51° y su acción de torsión exclusiva cuando el globo ocular está en abducción a 39°.

Sinergias de los globos oculares

Comandan la visión binocular, durante la cual los dos globos oculares se movilizan al mismo tiempo. Son complejas y se esquematizan aquí los músculos responsables de los movimientos para las **nueve posiciones de la mirada cuando son evaluadas en el paciente:**

A. Mirada a la derecha: recto lateral derecho y recto medial izquierdo.
B. Mirada a la izquierda: recto medial derecho y recto lateral izquierdo.
C. Mirada arriba y a la derecha: recto superior derecho y oblicuo inferior izquierdo.
D. Mirada arriba y a la izquierda: oblicuo inferior derecho y recto superior izquierdo.
E. Mirada abajo y a la izquierda: oblicuo superior derecho y recto inferior izquierdo.
F. Mirada abajo y a la derecha: recto inferior derecho y oblicuo superior izquierdo.
G. Mirada directa arriba: rectos superiores y oblicuos inferiores.
H. Mirada directa abajo: rectos inferiores y oblicuos superiores.
I. La **convergencia** de los globos oculares hace contraer simultáneamente los dos rectos mediales, con el apoyo de los dos oblicuos superiores.

Se comprende, por este ligero esbozo de funcionalidad, que el déficit de cualquiera de los doce músculos oculares implica trastornos de la visión binocular, que van desde la diplopía (dos imágenes visuales para un solo objeto) hasta la simple molestia visual.

La musculatura del globo ocular puede ser objeto de correcciones quirúrgicas y se beneficia con eficaces medios de reeducación (ortopsia).

Comando nervioso

Hay que distinguir el comando de los músculos extrínsecos del globo ocular, estriados, de los del iris.

Movimientos del globo ocular. Son voluntarios o reflejos:

– **Movimientos voluntarios:** los comandan las fibras motoras oculógiras que provienen del giro precentral por medio de las fibras corticonucleares. Estas fibras son cruzadas.
– **Movimientos reflejos:** son suscitados por excitaciones visuales, auditivas, vestibulares y sensitivas generales. Se explican por las vías de asociación descritas a partir de los núcleos de origen real de los nervios oculomotores. La orientación lateral del globo ocular implica la contracción simultánea del recto lateral de un lado y del recto medial del otro. Esto supone la existencia de un centro de coordinación de los mo-

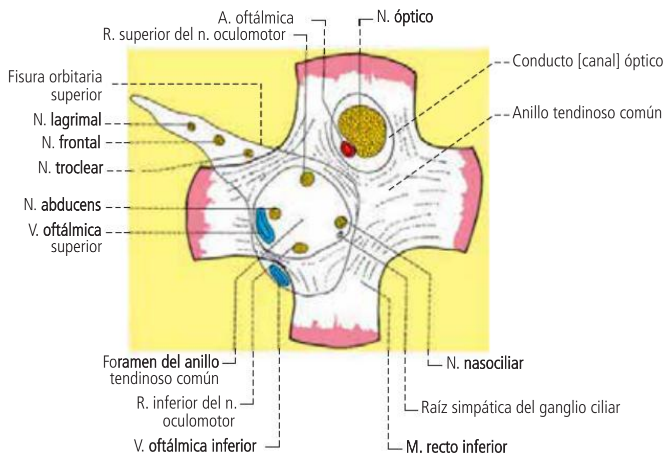


Fig. 45-15. **Fisura orbitaria superior y conducto óptico del lado derecho, vistos desde la órbita.**

vimientos levógiros y dextrógiros; este **centro de coordinación** es supranuclear. Sucede lo mismo para los movimientos de convergencia, cuya coordinación estaría asegurada por uno de los grupos celulares del núcleo somatomotor del nervio oculomotor. Por último, la **desviación conjugada de la cabeza y de los globos oculares** supone conexiones entre los centros oculógiros y los centros cefalógiros del nervio accesorio medular, que comanda la contracción de los músculos trapecio y esternocleidomastoideo.

Las **parálisis** de los nervios motores del globo ocular plantean problemas diagnósticos difíciles, sobre todo cuando son aisladas: la más frecuente es la parálisis del nervio abducens. La parálisis del nervio oculomotor está acompañada por midriasis debido al predominio de la iridodilatación.

El **nistagmo** (movimientos espasmódicos de lateralidad de los globos oculares) se observa en las afecciones de la vía vestibular en ciertos síndromes cerebelosos.

Movimientos del iris. Ya han sido estudiados.

APARATO DE PROTECCIÓN

Comprende, de cada lado, una ceja, dos párpados, la túnica conjuntiva y el aparato lagrimal.

Ceja (supercilium)

Es una eminencia arqueada de la piel cóncava hacia abajo y provista de pelos que se corresponde con el borde orbitario superior (**fig. 45-19**).

Descripción

Se le describen tres partes: **medial**, **media** y **lateral**, denominadas respectivamente: cabeza, cuerpo y cola de la ceja.

Constitución anatómica

La piel está cubierta de pelos que protegen el globo ocular del sudor proveniente de la frente. Contiene numerosas glándu-

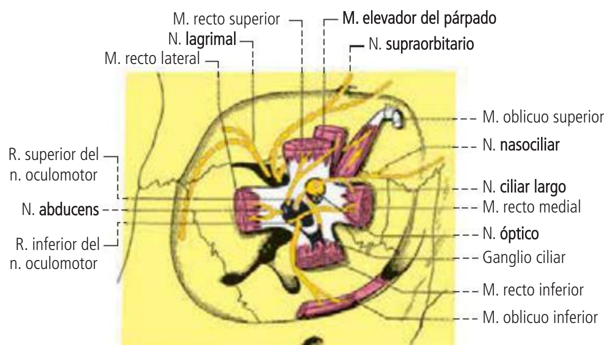


Fig. 45-16. **Acceso y distribución de los nervios de la órbita, vista anterior, lado derecho.**

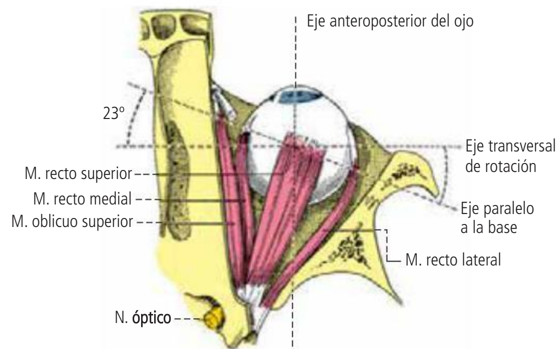


Fig. 45-17. **Órbita derecha vista desde arriba para mostrar el modo de acción de los cuatro músculos rectos. El eje de rotación de los músculos rectos superior e inferior se inclina 23° con respecto al eje paralelo a la base de la cavidad orbitaria.**

las sebáceas (que en ocasiones pueden formar quistes a nivel de la cola). Tiene una capa muscular formada por fibras procedentes del vientre frontal del músculo occipitofrontal que levanta la ceja (asombro), y fibras procedentes del orbicular de los ojos y del corrugador superciliar, que la bajan y la fruncen (severidad, atención). El **nervio facial** inerva estos músculos. Un plano submuscular le otorga a la ceja su independencia del esqueleto subyacente, sobre el cual estalla en los choques directos.

Vasos y nervios

Las arterias provienen de la supraorbitaria y de la temporal superficial. Las venas drenan en las supraorbitarias, angular y temporales superficiales. Los linfáticos de la mitad medial siguen a la vena facial hacia los ganglios submandibulares. Los de la mitad lateral van a los ganglios parotídeos. Su sensibilidad depende del nervio frontal, ramo del nervio oftálmico, proveniente del trigémino.

Párpados (palpebrae)

Son dos velos musculomembranosos, superior e inferior, situados delante del globo ocular, que pueden ponerse en contacto uno con el otro o separarse para dejar descubierta una parte más o menos grande de la cara anterior del globo ocular. El párpado superior es más alto y más móvil que el inferior (**fig. 45-19**).

Descripción

Cara anterior. Es convexa cuando los párpados se hallan en contacto. Moldeada sobre el globo ocular, está cubierta por la piel.

Cara posterior. Es cóncava, tapizada por una mucosa (la conjuntiva), y está moldeada sobre el globo ocular.

Extremos. Los dos párpados están unidos en sus extremos por dos comisuras, la medial, levemente saliente, y la lateral, más

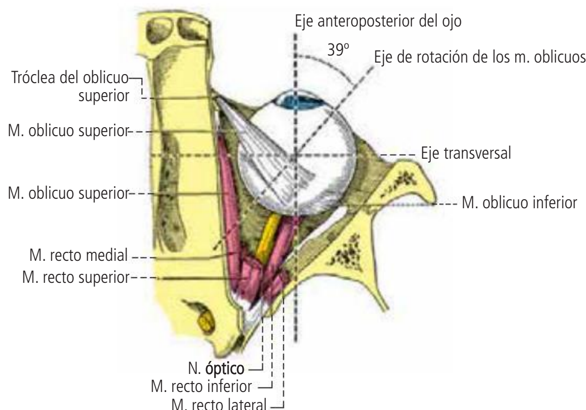


Fig. 45-18. **Órbita derecha vista desde arriba para mostrar el modo de acción de los dos músculos oblicuos. El eje de rotación de los músculos oblicuos superior e inferior se inclina 39° con respecto al eje anteroposterior del ojo.**

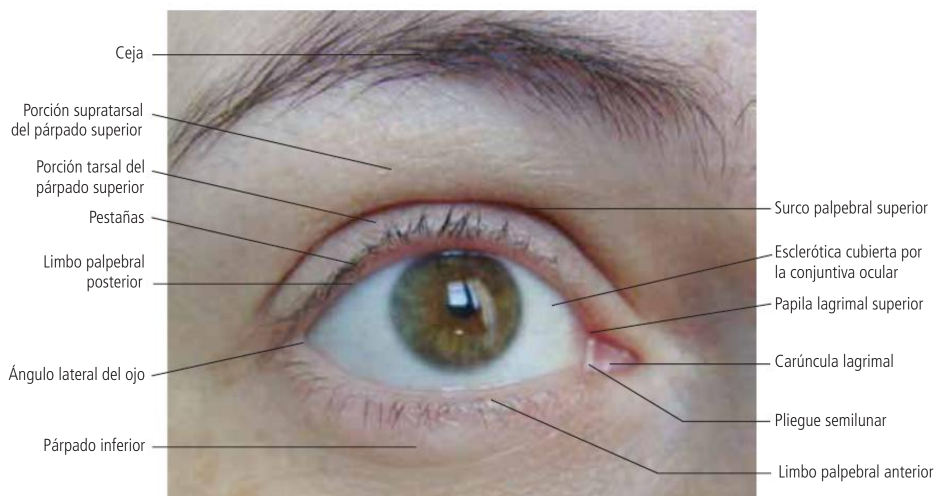


Fig. 45-19. Ojo derecho, párpados abiertos.

alargada y prolongada por las arrugas que se acentúan con la edad ("patas de gallo").

Bordes. El borde adherente (superior e inferior) está limitado por el surco orbitopalpebral (superior e inferior), más marcado arriba. El **borde libre**, grueso, está dividido en dos por la papila lagrimal: la parte medial, redondeada y lisa, es pequeña y se halla desprovista de pelos, y la parte lateral, mucho más larga, es prolongada por pelos curvos, las **pestañas**, que contactan, sin entrecruzarse, los del borde superior con los del inferior, cuando los párpados están cerrados. Detrás de las pestañas la piel se continúa con la mucosa posterior. Los dos bordes libres limitan la **hendidura palpebral** *(rima)* (**fig. 44-4**) ovalada, con eje mayor transversal, muy variable de un individuo a otro y de acuerdo con la separación de los párpados. Cuando estos se encuentran en contacto, se transforma en una línea, cóncava hacia arriba.

Constitución anatómica

De adelante hacia atrás, se hallan (**figs. 45-20** y **45-21**):

- La **piel** fina y móvil.
- La **capa subcutánea de tejido conectivo**, laxa.
- La **capa muscular estriada**, formada por la porción palpebral del músculo orbicular del ojo, cubierta en la profundidad por un tejido conectivo laxo.
- La **capa fibrosa**, con una porción marginal (los tarsos de los párpados) y una parte periférica (ligamentos anchos).
- Los **tarsos** son laminillas fibrosas muy espesas que ocupan el borde libre de los párpados: el **tarso superior** tiene forma de medialuna, con una altura de 1 cm en su centro, y el **tarso inferior** es rectangular, con 0,5 cm de ancho. Los dos tarsos están reunidos lateral y medialmente por un ligamento que se inserta en la pared ósea correspondiente de la órbita.
- Los **tabiques orbitarios**, superior e inferior, son membranas fibrosas que unen a los tarsos con el contorno de la órbita. Unidos lateralmente al **ligamento palpebral lateral**, quedan por detrás del **ligamento medial** para dejar lugar al aparato lagrimal.
- La **capa muscular lisa** está formada por fibras verticales, extendidas desde el borde orbitario hasta el borde libre del tarso.
- La **capa mucosa** está formada por la conjuntiva, que des-

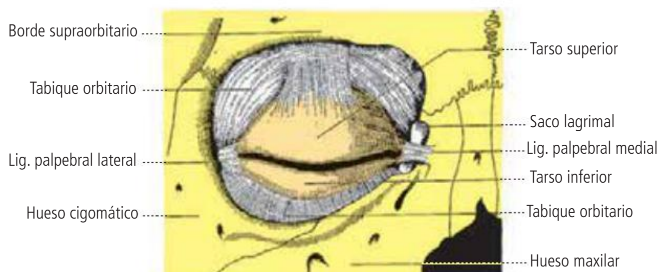


Fig. 45-20. Tarsos y sus ligamentos, lado derecho, vista anterior.

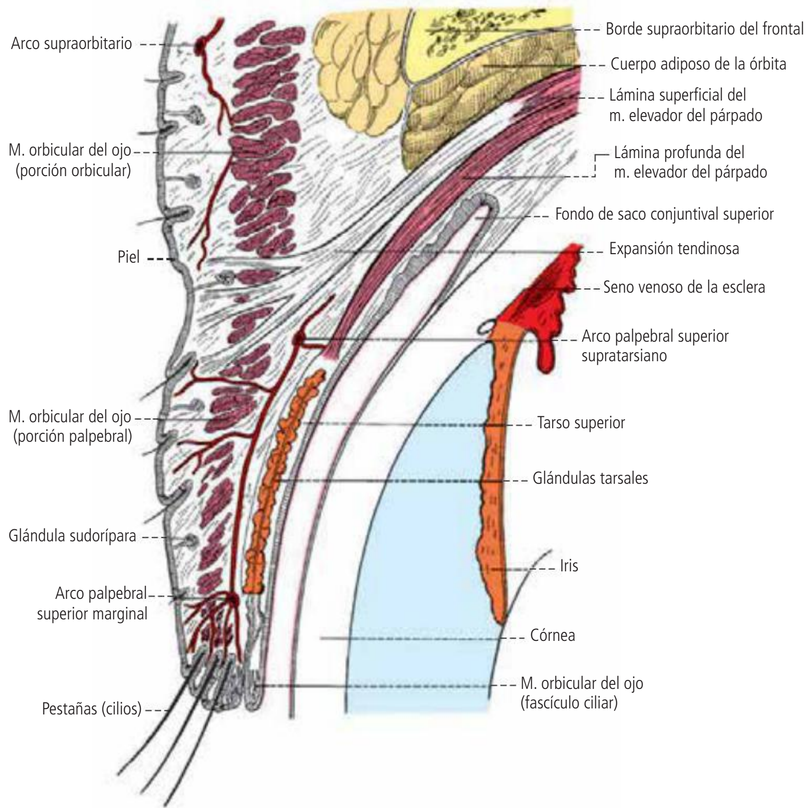


Fig. 45-21. Corte sagital del párpado superior.

pués de tapizar la cara profunda de los párpados se refleja para revestir el segmento anterior del globo ocular.

– **Glándulas de los párpados**: poseen tres clases de glándulas que les son propias:

A. Las **glándulas tarsales** [de Meibomio]. Son glándulas en racimo situadas en el espesor de los tarsos. Hay entre 25 y 30 para cada párpado; se abren en el borde libre, detrás de las pestañas.

B. Las **glándulas sebáceas**. Se encuentran anexadas a los folículos pilosos de las pestañas.

C. Las **glándulas ciliares** [de Moll]. Son sudoríparas rudimentarias y se abren entre las pestañas.

Vasos y nervios

Arterias

Los párpados son formaciones muy vascularizadas. Cada uno de ellos posee una arteria principal: palpebral superior y palpebral inferior, ramas de la oftálmica. Siguen de medial a lateral el borde libre de los párpados entre el músculo orbicular y el tarso. Se anastomosan en la parte lateral. Reciben, además, ramas de las arterias supraorbitaria, infraorbitaria, nasal, lagrimal, temporal superficial y facial transversa. Estas arterias forman en cada párpado dos arcos; un arco lateral en el borde distal de los tarsos y un arco medial en su borde proximal. De estos dos arcos se originan ramas que se distribuyen por los párpados formando dos redes: pretarsiana (dependiente del arco medial) y retrotarsiana (procedente del arco lateral).

Venas

Forman dos redes, una red retrotarsiana o subconjuntival, que termina en la vena oftálmica, y una red pretarsiana que termina lateralmente en la vena temporal superficial y medialmente en la vena facial.

Linfáticos

Se ordenan en una red pretarsiana y otra retrotarsiana. Los laterales se dirigen a los nodos preauriculares y parotídeos, y los mediales siguen la vena facial y terminan en los nodos submandibulares.

Nervios

Los filetes sensitivos proceden de los nervios: infratroclear, lagrimal, ramo medial del nervio supraorbitario y ramos laterales de los nervios supraorbitario e infraorbitario.

Músculo elevador del párpado

Es un músculo plano situado por **encima** del músculo recto superior, bajo el techo de la órbita y extendido de atrás hacia adelante (**figs. 45-3**, **45-12** y **45-21**). Su **inserción posterior** se encuentra en el ala menor del esfenoides, sobre el conducto óptico. **Adelante**, termina en inserciones cutáneas, tarsianas y óseas. Las **fibras cutáneas** atraviesan el orbicular de los párpados y se fijan en la piel. Las **fibras tarsianas** son más profundas: algunas de ellas terminan en el saco conjuntival superior. Las fibras óseas u orbitarias se insertan cerca del borde superior de la órbita.

Está **inervado** por el ramo superior del nervio oculomotor.

Conjuntiva

Es una membrana "mucosa" delgada que une la parte anterior del globo ocular con los párpados a los cuales tapiza (**figs. 45-22** y **45-23**).

Descripción

Se la divide en conjuntiva palpebral y ocular, unidas por el saco conjuntival.

Conjuntiva palpebral. Delgada, está unida a la piel a lo largo del borde libre de los párpados. Responde a la cara posterior de los tarsos y de los músculos palpebrales y presenta pliegues transversales en la proximidad del saco (movimientos de los párpados).

Conjuntiva ocular. Tapiza primero la esclerótica (**porción esclerótica**), pasando por delante de los tendones de los músculos rectos y por delante del tejido conectivo que prolonga la vaina del globo ocular. Su **porción corneal** está reducida a un epitelio (**epitelio anterior**) y forma parte de la córnea. En el ángulo medial del globo ocular es levantada por la **carúncula lagrimal** y se halla extendida lateralmente a esta por el **pliegue semilunar**, cóncavo en sentido lateral.

Saco conjuntival. Une las conjuntivas palpebral y ocular. Es circular y llega a los surcos orbitopalpebrales arriba y abajo, y a las comisuras palpebrales lateral y medial. Está más alejado lateralmente de la córnea que medialmente y más separado arriba que abajo. Sigue los movimientos del globo ocular.

Estructura. Es una **mucosa** con un epitelio que contiene glándulas tubulosas y acinosas y un corion que desaparece a nivel de la córnea.

Vasos y nervios

Presenta una rica vascularización. Las arterias provienen de las arterias palpebrales y ciliares (conjuntiva ocular). Las **venas** siguen un camino inverso y son tributarias sea de las venas palpebrales o bien de la vena oftálmica. Los **linfáticos** siguen a los vasos de los párpados.

La **conjuntiva** es muy sensible a las infecciones, que la vuelven edematosa y roja (conjuntivitis).

La **inervación** es sensitiva, proporcionada por ramos de los nervios nasociliar y lagrimal y de los nervios ciliares.

Aparato lagrimal

Comprende: la glándula lagrimal, que segrega las lágrimas que fluyen a la superficie de la conjuntiva, y las vías lagrimales, que conducen las lágrimas a las cavidades nasales (**fig. 45-24**).

Glándula lagrimal

Es una glándula acinosa, situada en la parte superior lateral y anterior de la órbita. Está dividida en dos partes por una expansión del **músculo elevador del párpado**: **superolateral**, voluminosa, orbitaria, e **inferolateral**, palpebral. Estas dos partes están unidas por su polo posterior.

Forma y relaciones. La **porción orbitaria** está aplicada en forma transversal por su cara superolateral contra la **fosa lagrimal** de la órbita. Su cara inferomedial se apoya sobre la expansión del elevador del párpado. Adelante se relaciona con el ligamento lateral palpebral superior. Atrás se une a la porción palpebral.

La **porción palpebral**, más pequeña, ocupa la parte superolateral del **párpado superior**. Su borde posterior se une a la porción orbitaria mientras que su borde anterior contacta sobre el saco conjuntival, donde se abren los conductillos excretores.

Los **conductos excretores principales**, provenientes de la **porción orbitaria**, atraviesan la porción palpebral para llegar al saco conjuntival. Son oblicuos abajo y adelante, y su número es de seis a diez.

Vasos y nervios. La arteria lagrimal es una rama de la oftálmica. Las **venas**, satélites, van a la vena oftálmica. Los **linfáticos** irían a los nodos parotídeos. Los **nervios** provienen del nervio oftálmico (nervio lagrimal) y del ramo orbitario del maxilar, ambos ramos del trigémino. Las **fibras secretorias** tienen trayectos complejos: a par-

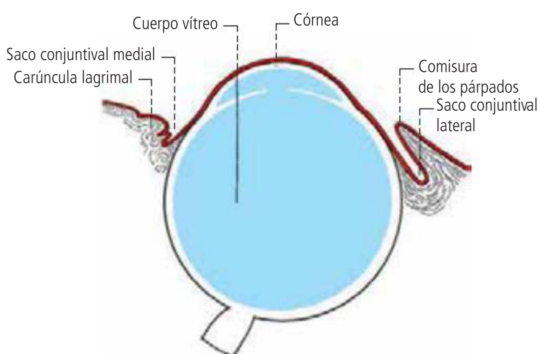


Fig. 45-22. Corte horizontal del globo ocular para mostrar los sacos conjuntivales.

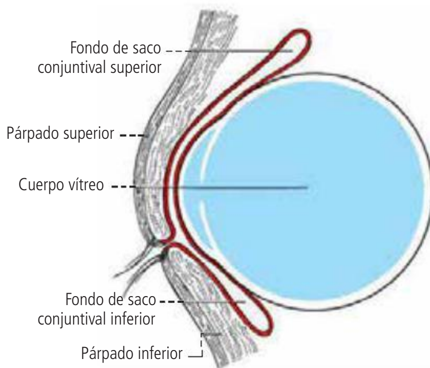


Fig. 45-23. Corte sagital del globo ocular para mostrar los sacos conjuntivales.

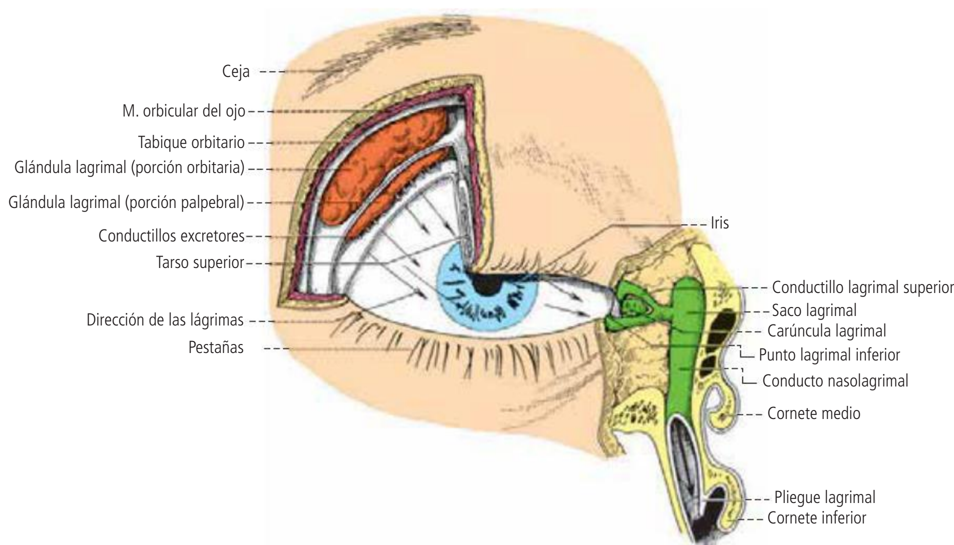


Fig. 45-24. **Aparato lagrimal después de la resección de la mitad lateral del párpado superior y abertura de las vías lagrimales, vista anterior.**

tir del **núcleo lagrimal** situado en el puente, y luego por el nervio facial y el nervio petroso mayor, llegan al **ganglio pterigopalatino**, donde hacen sinapsis. Pasan luego al **nervio maxilar** y llegan a la glándula por su ramo **orbitario** (**fig. 45-25**). Las relaciones de esos nervios secretores con los ramos del ganglio pterigopalatino, destinados a las cavidades nasales, explican la aparición de las lágrimas provocadas por la excitación de la mucosa nasal.

Vías lagrimales

Las lágrimas que bañan la conjuntiva se unen en el ángulo inferomedial del saco conjuntival de la órbita: es el **lago lagrimal** (**fig. 45-24**). Este es drenado por **dos puntos lagrimales** situados en el vértice de las **papilas lagrimales** de los párpados, que siempre están abiertas. De cada punto lagrimal parte un **conductillo (canalículo) lagrimal**; esos dos conductos, superior e inferior, se unen en un conducto común muy corto, dilatado en una ampolla en su terminación en el **saco lagrimal**.

Saco lagrimal. Está situado en la órbita, en el **canal lacrimonasal** del hueso lagrimal. Es un pequeño reservorio de 12 a 15 mm de alto, oblicuo hacia abajo, atrás y medial. Está situado detrás del tendón directo del orbicular de los ojos. Su extremo superior está cerrado en el fórnix del saco lagrimal. Su extremo inferior se abre en el **conducto nasolagrimal**.

Conducto nasolagrimal. Se dirige hacia abajo, atrás y medialmente. Pasa entre el proceso frontal del maxilar, por delante y lateralmente, y el hueso lagrimal y el cornete (concha) nasal inferior, atrás y medialmente. Se **abre en el meato inferior de las cavidades nasales**, después de un corto trayecto submucoso que puede adoptar el aspecto de una válvula (**pliegue lagrimal**) [válvula de Hasner].

Las vías lagrimales están tapizadas por una **mucosa** que une la conjuntiva a la mucosa nasal (mucosa lacrimonasal). En ella se encuentran válvulas que transforman el conducto lacrimonasal en un conducto muy irregular.

Las vías lagrimales permiten el flujo de la secreción lagrimal normal en las cavidades nasales. Cuando esta secreción aumenta (inflamación, emociones), las lágrimas corren entre los párpados y se deslizan por el rostro (llanto). Esto también ocurre si las vías lagrimales se obstruyen.

VASCULARIZACIÓN DEL GLOBO OCULAR Y DE LA ÓRBITA

Arteria oftálmica

Es la arteria del globo ocular y de las formaciones orbitarias (**figs. 45-26** y **45-28**).

Origen

Es rama de la arteria carótida interna; se origina en la base del cráneo, medial al proceso [apófisis] clinoides anterior.

Trayecto y relaciones

Está situada sobre la cara inferolateral del nervio óptico. Junto con este, se dirigen adelante y lateralmente, atraviesan el conducto óptico y entran en la órbita. La arteria oftálmica cambia de dirección y va entonces hacia arriba, medial y adelante, cruzando la cara superior del nervio óptico. Sigue la pared medial de la órbita, a lo largo del músculo oblicuo superior y termina a nivel de su polea de reflexión, dando la arteria frontal y la arteria nasal.

Ramas colaterales

Se las divide en tres grupos, según se originen lateralmente, por arriba o medialmente al nervio óptico.

A. Laterales al nervio óptico nacen la arteria lagrimal y la arteria central de la retina:

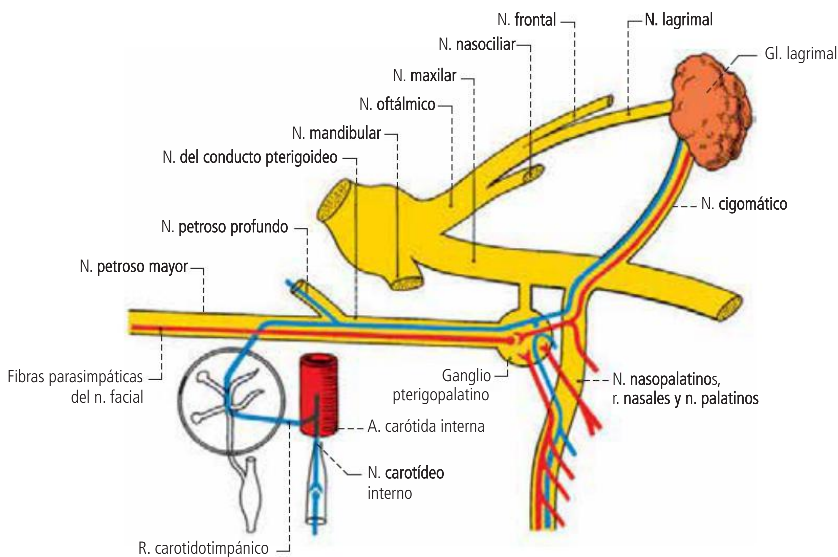


Fig. 45-25. Ganglio pterigopalatino. En azul, fibras simpáticas; en rojo, fibras parasimpáticas (según Gabrielle).

– La **arteria lagrimal** se origina en la cara lateral de la oftálmica. Se dirige adelante y lateralmente, a lo largo de la pared lateral de la órbita. Llega a la glándula lagrimal, en la que se distribuye, y termina en el párpado inferior. Irriga el músculo recto lateral y da una pequeña rama en el foramen cigomaticofacial, que se anastomosa con la arteria temporal profunda anterior.

– La **arteria central de la retina** penetra en el nervio óptico, a 1 cm por detrás de la esclerótica. Sigue el eje del nervio y termina irrigando la retina (véase **fig. 45-10**).

B. Por encima del nervio óptico nacen:

– La **arteria supraorbitaria**, que flanquea la pared superior de la órbita, atraviesa el foramen supraorbitario y se distribuye en los planos superficiales de la región frontal.

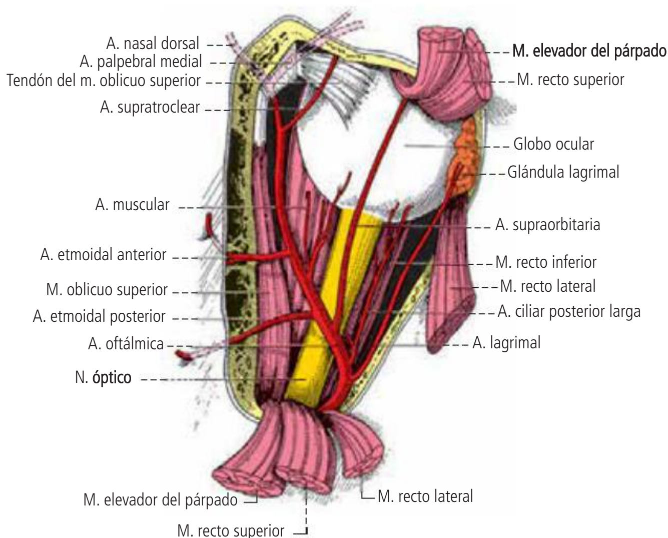


Fig. 45-26. Arteria oftálmica después de la ablación del techo de la órbita, vista superior. Lado derecho.

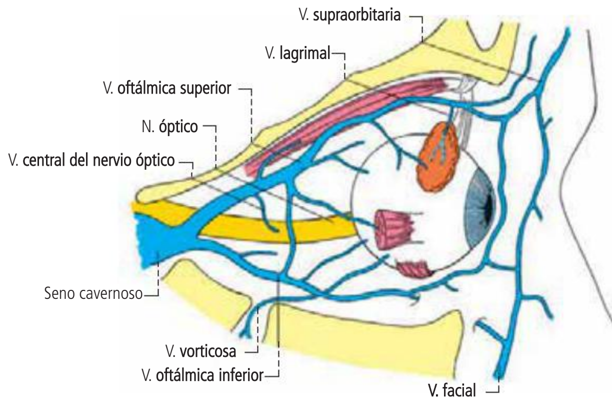


Fig. 45-27. Venas de la órbita (según Deódati).

– Las **arterias ciliares cortas posteriores**, cuyo número es de dos o tres, se dirigen adelante, alrededor del nervio óptico. Perforan la esclerótica y yendo hacia adelante, se ubican en la lámina fusca de la esclera y terminan en la porción ciliar de la coroides.
– Las **arterias ciliares largas posteriores** son dos: medial y lateral. Perforan la esclerótica y contribuyen a formar el círculo arterial mayor del iris.
– La **arteria muscular superior** para los músculos: elevador del párpado, recto superior, recto medial y oblicuo superior del ojo.
– La **arteria muscular inferior** se distribuye en los músculos recto inferior, recto lateral y oblicuo inferior. Da origen a las arterias ciliares anteriores, que perforan la esclerótica cerca de las inserciones de los músculos rectos y terminan en el círculo arterial mayor del iris.

C. Medial al nervio óptico da origen a:

– La **arteria etmoidal posterior**, que deja la órbita por el foramen etmoidal posterior. Está destinada a la mucosa nasal, así como a las meninges de la región etmoidal.
– La **arteria etmoidal anterior** atraviesa el foramen etmoidal anterior. Da una rama a la duramadre y una rama nasal para la mucosa.
– La **arteria palpebral inferior** se dirige abajo y lateralmente, terminando por diversas ramas en la conjuntiva, en las glándulas palpebrales y en el músculo orbicular de los párpados.
– La **arteria palpebral superior** atraviesa el tarso e irriga la piel, los músculos, las glándulas y la mucosa del párpado superior. Constituye un arco, cóncava abajo, anastomosada lateralmente con una rama de la temporal superficial.

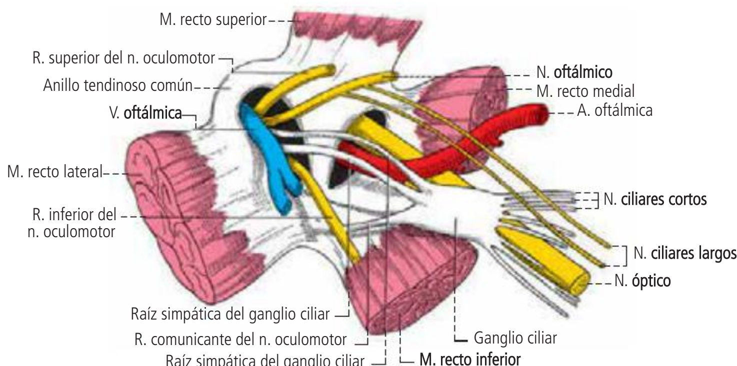


Fig. 45-28. Relaciones de la arteria oftálmica a su entrada en la órbita (según Perlemuter y Waligora).

Ramas terminales

Son dos, la **arteria frontal medial** y **la arteria nasal**, que salen de la órbita por su parte medial, la primera arriba y la segunda abajo, estableciendo anastomosis con la arteria temporal superficial, arriba, y con la arteria facial, abajo.

Venas oftálmicas

Drenan la sangre aportada por la arteria oftálmica. En cada órbita existen **dos venas**: superior e inferior.

La **vena superior**, más voluminosa, está situada bajo la bóveda orbitaria, mientras que la **vena inferior** sigue su piso. Sus afluentes siguen la misma disposición que la rama de la arteria oftálmica.

Estas venas drenan, pues, no solo al globo ocular y a los anexos del ojo, sino también a una parte de la mucosa nasal.

Las **dos venas oftálmicas** pasan por el anillo tendinoso común, luego atraviesan la **fisura orbitaria superior** y terminan en el seno cavernoso, sea en forma aislada o bien por un tronco común.

En la base de la órbita, las venas oftálmicas se anastomosan también con las venas de las cavidades nasales y con el plexo venoso pterigoideo por la fisura orbitaria inferior.

Estos hechos tienen una importancia considerable y explican, en particular, el exoftalmos pulsátil que caracteriza la comunicación arteriovenosa en el seno cavernoso (fístula carotidocavernosa) y la invasión de la vena oftálmica y del seno cavernoso a partir de las flebitis infecciosas de las venas de la nariz o de la cara (**figs. 45-27** y **45-28**).

Linfáticos

Se ha visto que la circulación linfática del globo ocular está representada por el humor acuoso. El lente, la córnea y la esclerótica prácticamente no tienen vasos linfáticos. La túnica media, con el iris, así como la retina, disponen de espacios linfáticos: los primeros llegan a la atmósfera linfática que sigue a las venas del globo ocular, mientras que los linfáticos de la retina se colectan alrededor del nervio óptico y por su vaina de piamadre llegan a los espacios subaracnoideos.

Vías ópticas y centros de la visión

46

El globo ocular debe ser considerado como una prolongación del diencéfalo, del cual sigue la evolución embriológica. La retina y las formaciones que lo unen al tronco encefálico y al cerebro (nervio óptico, quiasma óptico y tracto óptico) son prolongaciones cuya constitución es análoga a la de la sustancia blanca.

Se estudian sucesivamente: el nervio óptico, el quiasma óptico, los tractos ópticos, las vías centrales, los centros corticales y las vías de asociación.

NERVIO ÓPTICO

Emerge cerca del polo posterior de cada globo ocular, constituido por los **axones** de las células ganglionares de la retina. Recibe también la denominación de **segundo (II) nervio craneal**.

Origen

Las fibras retinianas convergen hacia el disco óptico [papila], atraviesan la coroides y la esclerótica y se reúnen en un ancho cordón nervioso que emerge medialmente y por encima del polo posterior del globo ocular (**fig. 43-3**).

Trayecto y relaciones

A partir del globo ocular, se dirige hacia atrás, arriba y medial. Penetra y recorre el conducto (canal) óptico, entra así en el cráneo y termina en el ángulo anterolateral del quiasma óptico.

En su trayecto intraorbitario (**figs. 45-25** y **45-27**), contiene los vasos centrales de la retina, hasta 1 cm de la esclerótica.

Se encuentra en el interior del cono muscular de los músculos rectos, donde se acerca a las inserciones posteriores del músculo recto superior. Por arriba, está en relación medialmente con el **nervio nasociliar** y el ramo superior del **nervio oculomotor**, y lateralmente con el **ganglio ciliar** y los **nervios ciliares cortos**. La **arteria oftálmica** lo cruza de lateral a medial (**fig. 45-10**).

Está sumergido en el cuerpo adiposo de la órbita.

En el vértice de la órbita, pasa acompañado por la arteria oftálmica a través del anillo tendinoso común, en relación superomedial respecto de las inserciones de los músculos rectos.

En el conducto óptico. Está rodeado por una prolongación de la duramadre y acompañado por la arteria oftálmica. Puede ser lesionado por las fracturas de la fosa craneal anterior.

En el cráneo. El nervio óptico se aplana y se apoya sobre el diafragma selar y la parte más lateral del surco prequiasmático del esfenoides. Está situado debajo de la sustancia perforada anterior del cerebro y las estrías olfatorias. Se encuentra situado medialmente y anterior a la carótida interna, que da origen a la arteria oftálmica (**fig. 46-1**).

Los espacios situados entre las fibras nerviosas que constituyen el nervio se comunican con el espacio subaracnoideo. Prolongaciones de la duramadre recubren el nervio después que emerge de la órbita. Una prolongación de la piamadre y de la aracnoides se extiende sobre el nervio hacia el globo ocular, constituyendo una envoltura que se continúa con la esclerótica.

QUIASMA ÓPTICO

Tiene la forma de una lámina cuadrilátera, alargada en dirección transversal (**figs. 46-1** y **46-2**). Recibe en sus ángulos anterolaterales a los **nervios ópticos**, mientras que de sus ángulos posterolaterales parten los **tractos ópticos**.

Está orientado de adelante hacia atrás, y un poco de abajo hacia arriba. Se ubica sobre el diafragma selar, por delante del infundíbulo del hipotálamo. Por encima, la base del cerebro deja lugar para la cisterna quiasmática. Atrás, se adhiere a la pared anteroinferior del tercer ventrículo. Arriba, el receso supraóptico del tercer ventrículo lo separa de la lámina terminal. Abajo, el receso infraóptico lo separa del receso infundibular y del túber cinereum.

En el quiasma óptico, las fibras de los nervios ópticos se disponen de este modo (**fig. 43-3**):

- Las fibras que provienen de la **mitad temporal de la retina**, o sea que proyectan el **campo visual nasal**, se ubican lateralmente y llegan directamente al tracto óptico homolateral.
- Las fibras emanadas de la **mitad nasal de la retina**, o sea las que proyectan el **campo visual temporal**, se cruzan en el quiasma óptico, y llegan al tracto óptico contralateral.

TRACTOS ÓPTICOS

Prolongan los ángulos posterolaterales del quiasma; se dirigen hacia atrás y afuera rodeando el mesencéfalo (**fig. 46-2**). Limitan medialmente y atrás la sustancia perforada anterior. En su recorrido curvo hacia atrás quedan cubiertos, por debajo, por el uncus y el giro parahipocampal. Los tractos ópticos llegan al cuerpo geniculado lateral correspondiente a cada lado.

VÍAS CENTRALES

La **1.ª neurona retiniana** está constituida por la neurona bipolar de la retina (**figs. 46-3** y **46-4**). Esta neurona es corta, y sus dendritas se relacionan con las células especializadas en la recepción de estímulos luminosos. Los axones de esta neurona hacen sinapsis con la **2.ª neurona**, representada por la neurona ganglionar, cuyas dendritas y cuerpo celular están también inclui-

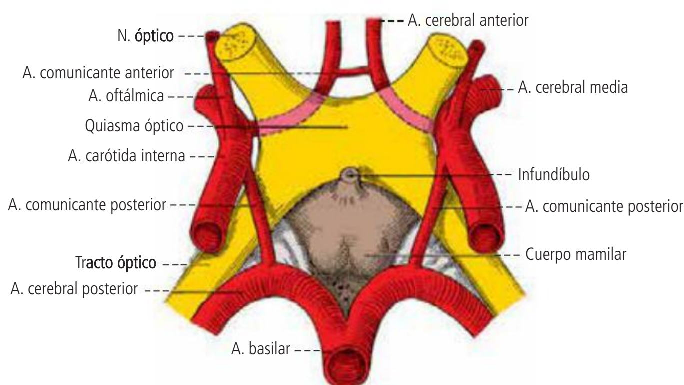


Fig. 46-1. Cara inferior del círculo arterial cerebral y del quiasma óptico (según Favory).

dos en el espesor de la retina; su largo axón sigue por el nervio óptico, y lo recorre en toda su longitud; luego pasa el quiasma y el tracto óptico, para terminar en el cuerpo geniculado lateral.

La **3.ª neurona** tiene sus dendritas y su cuerpo celular en el cuerpo geniculado lateral y su axón constituye las **radiaciones ópticas**, que terminan en la corteza visual occipital. Dentro de las radiaciones ópticas se distinguen:

- La **porción retrotalámica**, donde se entrecruzan con el fascículo temporotalámico, fibras geniculotalámicas y fibras temporopontinas.
- La **porción retrolenticular**, en la parte lateral de la cápsula interna; forman en su trayecto un arco convexo hacia adelante y llegan al lóbulo temporal.
- La **porción yuxtaventricular**: las radiaciones ópticas a la altura del atrio ventricular, por encima y por debajo del asta occipital del ventrículo lateral, pueden agruparse en un **fascículo anterior**, que contornea el asta temporal y llega al labio inferior del surco calcarino, y un **fascículo posterior**, que cruza el asta occipital y llega al labio superior del surco calcarino.

La 4.ª neurona es **cortical**, en el área 17 o área visual primaria.

ÁREAS CORTICALES

El **área visual** ocupa los dos labios del **surco calcarino**, situado en la cara medial del lóbulo occipital del cerebro (área 17 de Brodmann).

VÍAS DE ASOCIACIÓN

Corticales

Las dos áreas visuales, derecha e izquierda, están unidas por fibras que pasan por el esplenio [rodete] del cuerpo calloso; se establecen numerosas uniones con los diferentes centros corticales de la motricidad.

Descendentes

Por el tubérculo cuadrigémino superior, las fibras de la vía óptica llegan al **fascículo longitudinal dorsal**, que las pone en conexión con los diferentes núcleos de los nervios craneales, en particular con los de los **nervios oculomotores**.

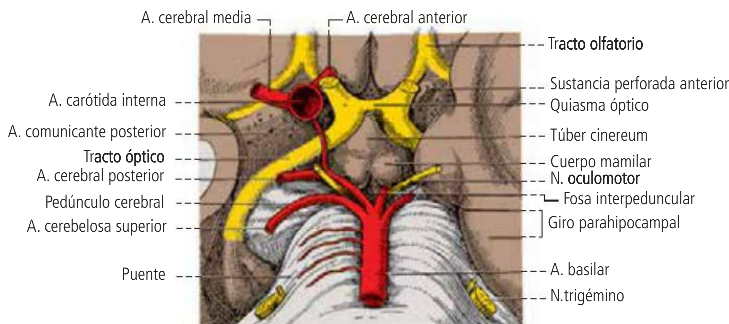


Fig. 46-2. Quiasma y tractos ópticos en la base del cerebro.

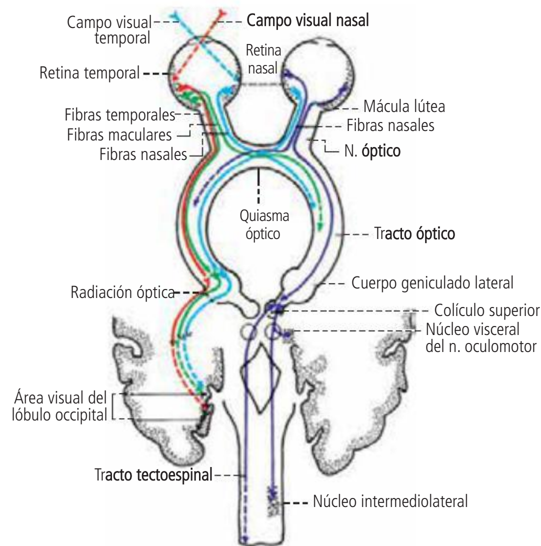


Fig. 46-3. Vías ópticas. La neurona bipolar, situada en la retina, no está representada. La neurona ganglionar se extiende desde la retina hasta los cuerpos geniculados laterales de la siguiente manera: las fibras nasales son cruzadas y las fibras temporales son directas.

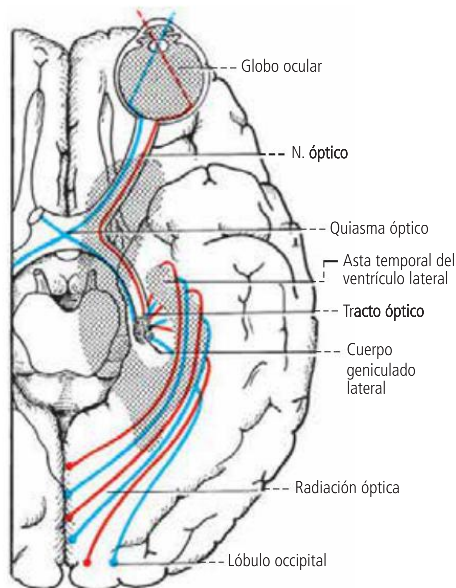


Fig. 46-4. Vías ópticas. Trayectos extracerebral e intracerebral, vista inferior, lado izquierdo. En rojo, las vías del mismo lado; en azul, las que cruzan al lado opuesto.

2. OÍDO

El oído es el órgano receptor de las ondas sonoras, transmitidas a los centros nerviosos. Al mismo tiempo interviene en el sentido del equilibrio. Se lo puede dividir en tres porciones: el **oído externo**, que es el que recibe las ondas sonoras y las transmite al **oído medio**. Este está constituido por una cavidad central llamada **cavidad timpánica**, en cuyo interior se localizan los huesecillos del oído, que conducen las vibraciones al **oído interno**, formado por cavidades óseas que contienen vesículas membranosas. En las paredes del oído interno se encuentran los ramos del **nervio vestibulococlear**, formado por el ramo coclear (relacionado con la audición) y el ramo vestibular (vinculado con el equilibrio).

Oído externo

47

El oído externo comprende dos partes: la oreja y el conducto (meato) auditivo externo.

OREJA [PABELLÓN AURICULAR]

Es una estructura situada a ambos lados de la cabeza, anterior al proceso [apófisis] mastoides y posterior a la articulación temporomandibular.

Configuración externa

Se describen una cara lateral, una cara medial y una circunferencia (**fig. 47-1**).

Cara lateral. En su parte media presenta una excavación profunda, la **concha auricular**. A su alrededor se disponen cuatro salientes:

A. El **hélix**, pliegue curvilíneo que bordea la oreja y ocupa sus partes anterior, superior y posterior.
B. El **antihélix**, relieve de dirección ascendente, situado entre el hélix y la concha.
C. El **trago**, eminencia de forma triangular, situada en la parte anterior de la concha y separada del hélix por la incisura [escotadura] anterior.



Fig. 47-1. Oreja (pabellón auricular), cara lateral.

D. El **antitrago**, situado en la parte posteroinferior de la concha y enfrentado al trago, del cual está separado en su porción inferior por la incisura intertrágica.

Debajo de la parte inferior del hélix, del trago y del antitrago se encuentra el **lóbulo**, formación blanda, cuya forma y dimensiones son variables.

Cara medial. Orientada medialmente y hacia atrás. Está limitada adelante por un surco curvilíneo, el surco posterior de la oreja. Presenta irregularidades comparables a las de la cara lateral, pero configuradas en forma inversa, la concha auricular es convexa, el antihélix es cóncavo.

En su parte anteroinferior, esta cara se adhiere a la pared lateral del cráneo alrededor del conducto auditivo externo.

Circunferencia. Tiene forma ovalada y reúne las dos caras precedentes. Corresponde al hélix.

La forma de la oreja varía mucho de una persona a otra, de tal manera que puede servir para el reconocimiento de los individuos. Características no estéticas pueden hacerla objeto de correcciones quirúrgicas. Del lóbulo de la oreja se puede obtener, por punción, sangre para el examen de la coagulación o para el recuento globular.

Constitución anatómica

La oreja comprende el cartílago auricular, los ligamentos, los músculos y un revestimiento cutáneo.

Cartílago de la oreja. Lámina delgada y elástica que ocupa toda su extensión, con excepción del lóbulo (**fig. 47-2**). Posee todos los relieves de la oreja: hacia **adelante**, la espina del hélix, que se continúa con la rama [raíz] del hélix, y hacia **atrás**, la cola del hélix y el antihélix, separadas del antitrago por la fisura antitragohelicina. En su porción media, [el surco transverso del antihélix] separa la saliente de la concha de la saliente de la fosa triangular.

Ligamentos. Se distinguen:

- **Ligamentos extrínsecos:** el **ligamento anterior**, que relaciona el proceso [apófisis] cigomático con el trago y con la espina del hélix, y el **ligamento posterior**, que une la base del proceso mastoides con la eminencia de la concha auricular.
- **Ligamentos intrínsecos:** estos se extienden de la convexidad de la concha auricular (eminencia de la concha) a la convexidad del antihélix, de la convexidad del hélix a las convexidades del antihélix y la concha auricular y del trago al hélix.

Músculos auriculares. Carecen de valor funcional, son rudimentarios (**fig. 47-3**). Se reconocen:

- **Músculos extrínsecos:** son los músculos auriculares superior, anterior y posterior.



Fig. 47-2. Cartílago de la oreja aislado, cara lateral.

– **Músculos intrínsecos:** son los **músculos mayor** y **menor del hélix**, los **músculos del trago**, los **músculos del antitrago**, el **músculo transverso de la oreja** y el **músculo oblicuo de la oreja**.

Piel. Delgada y lisa, cubre por sus dos caras el cartílago de la oreja, reproduciendo sus relieves. El tejido subcutáneo está representado en su cara medial por un tejido relativamente laxo, pero en su cara lateral es mucho más compacto. Se encuentran anexos de la piel: pelos del trago, situados en su cara medial; glándulas sebáceas en la concha auricular, y algunas glándulas sudoríparas, raras, solo en la cara interna del pabellón auricular.

Vasos y nervios

Arterias. Provienen de la **arteria temporal superficial** y de la **arteria auricular posterior**. La primera da ramas a la cara lateral, mientras que la segunda irriga la cara medial (**fig. 47-4**). **Ramas perforantes** y **ramas circundantes** reúnen la circulación de ambas caras de la oreja.

Venas. Una corriente anterior se dirige a la vena temporal superficial y una corriente posterior drena en la vena yugular externa o en la vena mastoidea.

Linfáticos. Forman una fina red (**fig. 47-5**). Los de la **cara medial** terminan en los **nodos mastoideos** y en los **nodos**

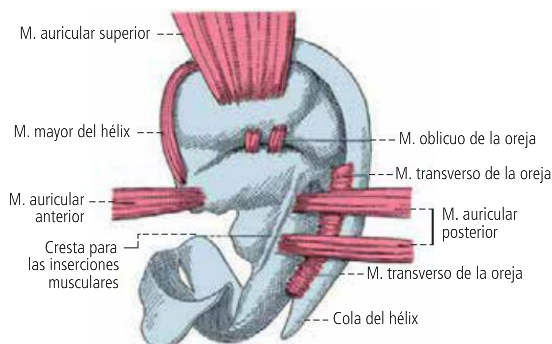


Fig. 47-3. Músculos de la oreja, cara medial.

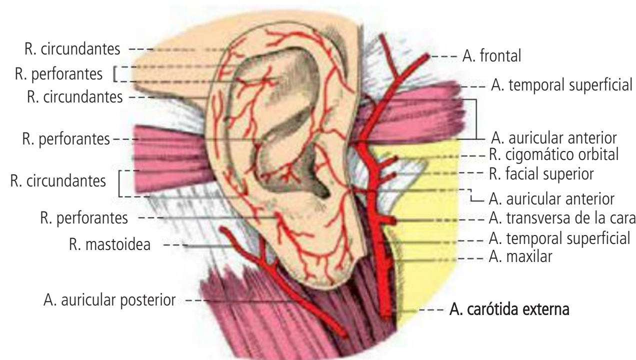


Fig. 47-4. Arterias de la oreja, vista lateral.

parotídeos profundos infraauriculares; los de la **cara lateral** van a los **nodos parotídeos profundos preauriculares**, y **hacia el borde posterior**, los linfáticos del borde de la oreja encuentran a los de la cara medial del pabellón.

Nervios. Los nervios motores proceden del nervio facial (**fig. 47-6**). Los nervios sensitivos provienen del nervio auriculotemporal y del ramo auricular mayor del plexo cervical superficial.

CONDUCTO (MEATO) AUDITIVO EXTERNO

Prolonga la cavidad de la concha hasta la membrana timpánica (**fig. 47-7** y **47-8**).

Forma y dirección

El conducto auditivo externo es aplanado en sentido anteroposterior. Al corte transversal, parece elíptico u oval, con su eje mayor dirigido desde arriba hacia abajo y desde adelante hacia atrás. En un corte horizontal, está orientado en sentido lateromedial y ligeramente desde atrás hacia adelante.

Constitución anatómica

Está formado por una porción ósea, una porción fibrocartilaginosa y un revestimiento cutáneo.

Porción ósea. Está constituida por la **porción timpánica** del hueso temporal. Se trata de un anillo óseo unido a la porción escamosa por la fisura timpanoescamosa y a la porción petrosa por la fisura timpanomastoidea.

Porción fibrocartilaginosa. Es la porción lateral del meato. Está formada por dos partes:

A. La porción cartilaginosa, adelante y abajo, que se continúa en sentido lateral con el trago y se estrecha progresivamente de lateral a medial.

B. La porción fibrosa, que se encuentra atrás y arriba, y que se ensancha de lateral a medial.

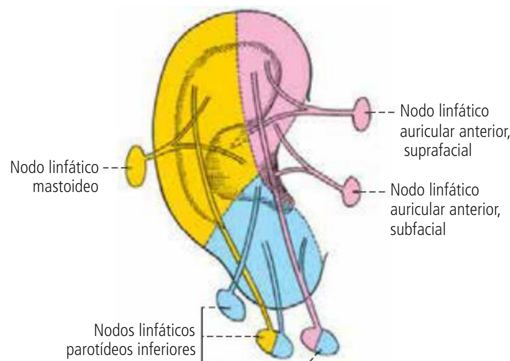


Fig. 47-5. Territorios linfáticos de la oreja (según Rouvière).

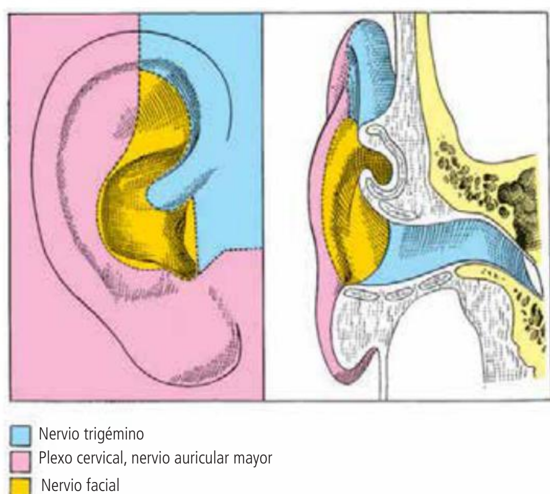


Fig. 47-6. Inervación de la oreja.

Revestimiento cutáneo. La piel del conducto auditivo externo continúa medialmente la de la oreja. Se va adelgazando en forma gradual de lateral a medial. Sus anexos son pelos rudimentarios y algunas glándulas sebáceas y sudoríparas modificadas. Estas glándulas segregan una materia amarillenta: el **cerumen**.

El cerumen se puede acumular, hasta el punto de formar un tapón que provoca una disminución de la agudeza auditiva. Es fácil de eliminar mediante un simple lavado del conducto auditivo.

Relaciones

La **pared anterior** es inmediatamente posterior a la articulación temporomandibular. La **pared posterior** se apoya en la cara anterior del proceso [apófisis] mastoides. La **pared superior** se relaciona con la fosa craneal media. La **pared inferior** corresponde a la glándula parótida. El **extremo medial** oblicuo medialmente, hacia arriba y adelante, está cerrado por la membrana del tímpano. El **extremo lateral** se abre a nivel de la concha auricular por un orificio elíptico, cuyo eje mayor es vertical. El conducto auditivo externo puede explorarse por examen directo o mediante un espéculo especial (otoscopio), que permite ver el interior del conducto y la membrana del tímpano.

Vasos y nervios

Arterias. Provienen de la temporal superficial y de la auricular posterior para la porción lateral del conducto; de la arteria timpánica (rama de la arteria maxilar) para la porción profunda.

Venas. Drenan en las venas maxilares y en la vena yugular externa.

Vasos linfáticos. Terminan en los nodos parotídeos profundos preauriculares y en los cervicales profundos.

Nervios. Provienen del nervio auriculotemporal para la parte superficial; del ramo auricular mayor del plexo cervical para la parte posterior; del nervio vago, que da un ramo auricular a la porción ósea del conducto y a la membrana del tímpano, y del nervio facial, que da un ramo sensitivo que inerva la pared posterior, al mismo tiempo que una parte de la oreja (**fig. 47-6**) . Estos nervios aseguran al conducto auditivo externo una extrema sensibilidad.

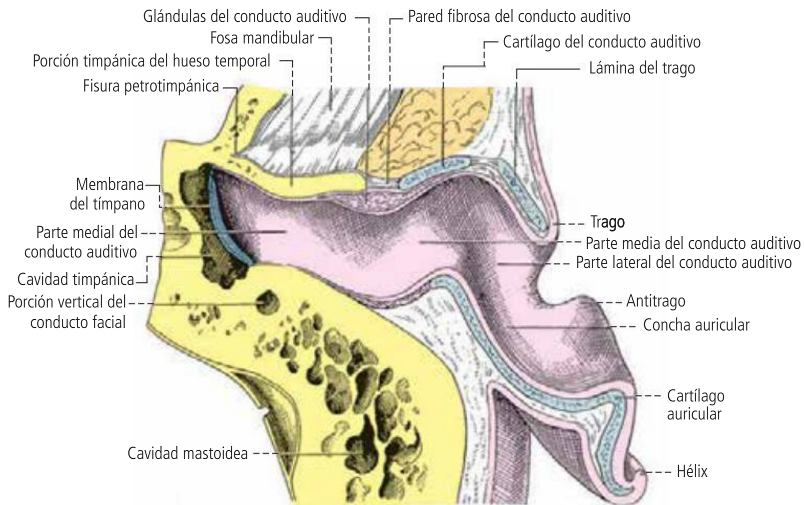


Fig. 47-7. **Corte horizontal del conducto auditivo externo derecho. Vista superior.**

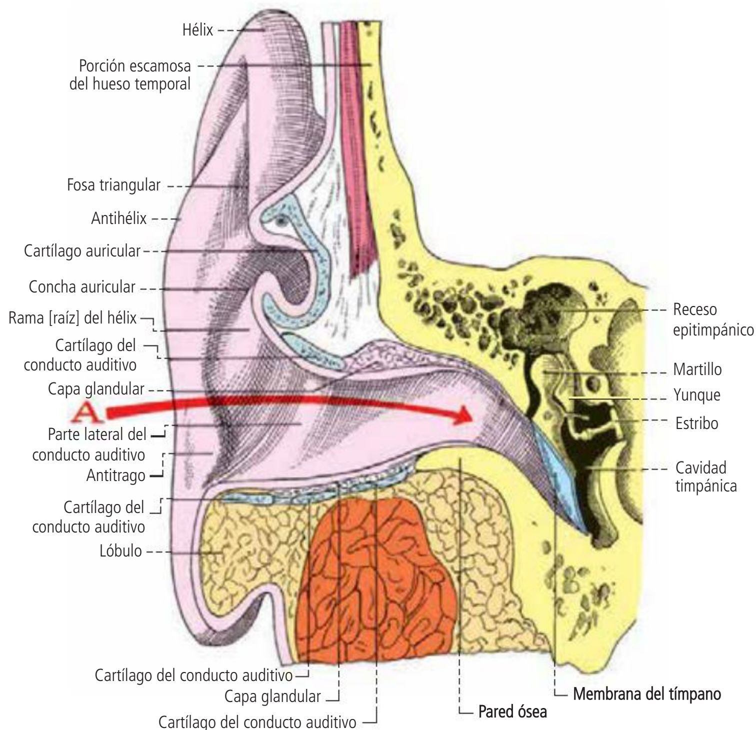


Fig. 47-8. **Corte coronal del conducto auditivo externo y del oído medio. Vía de exploración y de acceso a la membrana del** tímpano (A). Vista anterior.

48 Oído medio

El oído medio es una cavidad llena de aire excavada en el hueso temporal, situada entre el conducto (meato) auditivo externo y el oído interno. Contiene una cadena de **huesecillos del oído**. Consta de una parte central, la **cavidad timpánica**, que se comunica adelante con la faringe por la trompa auditiva. Hacia atrás, se comunica con las cavidades mastoideas.

CAVIDAD TIMPÁNICA [CAJA DEL TÍMPANO]

En un corte coronal presenta la forma de una lente bicóncava, deprimida en su centro (**fig. 48-1**).

Pared lateral (membranosa)

Comprende la membrana timpánica y la parte ósea que la rodea.

Membrana timpánica

Es una membrana circular, delgada y transparente, de 1 cm de diámetro (**figs. 48-2** y **48-3**). Está orientada hacia abajo y lateralmente, formando con la horizontal un ángulo de 40° a 45°. Se inserta en el **surco timpánico**, en la porción timpánica del hueso temporal, al cual está unida por un rodete anular fibrocartilaginoso. Hacia arriba no existe surco timpánico, y el rodete se separa de la pared ósea para dirigirse hacia el **proceso lateral del martillo** aplicada contra la membrana. Se constituyen así los **pliegues anterior y posterior del martillo**.

Por encima de estos pliegues, la membrana timpánica es menos gruesa; esta porción se llama **porción flácida** [membrana de Shrapnell].

La cara medial de la membrana timpánica, algo por debajo y detrás de su centro, es saliente: es el **ombligo de la membrana timpánica**, relacionado con el extremo inferior del manubrio del martillo.

Por su cara lateral, la membrana timpánica cierra el conducto auditivo externo, cuyo fondo constituye. Se la observa fácilmente y se la explora por la otoscopia. En estado normal su color es gris perla. En la membrana timpánica se describen cuatro cuadrantes, dos de los cuales son retroumbilicales y dos, preumbilicales. En el cuadrante posterosuperior se puede distinguir desde el exterior el relieve de la rama larga del yunque y algunas veces el nervio cuerda del tímpano (proveniente del nervio facial). Es en el cuadrante posteroinferior donde se efectúa la punción de la membrana timpánica, cuando existe una supuración de la cavidad timpánica.

Estructura. La membrana timpánica está compuesta por una capa media fibrosa, por una capa cutánea y por una capa mucosa. Sus arterias, sus venas y sus linfáticos son tributarios de los vasos vecinos. Sus nervios provienen del auriculotemporal, del vago y del nervio timpánico.

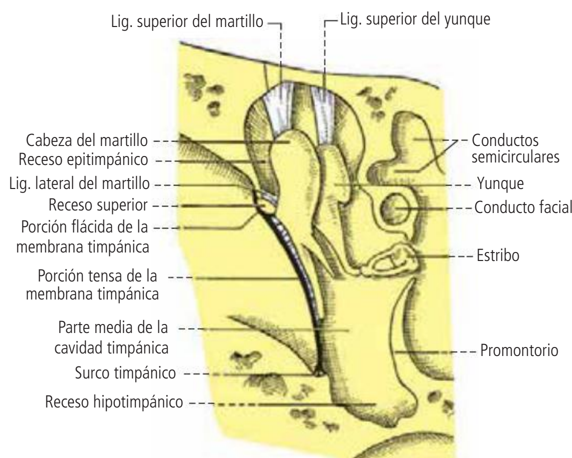


Fig. 48-1. Corte coronal de la cavidad timpánica (según G. Olivier).

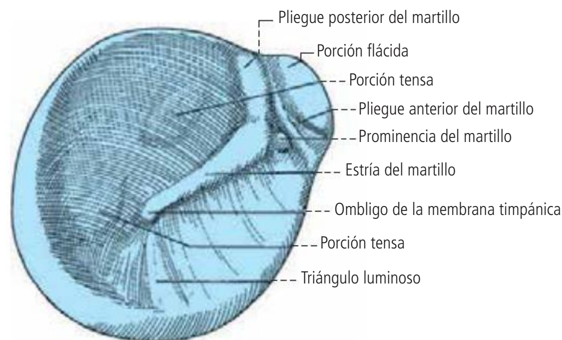


Fig. 48-2. Membrana timpánica, vista lateral, lado derecho.

Porción ósea

Completa la pared lateral alrededor de la membrana timpánica (**fig. 48-1**). Es más arriba donde toma el nombre de **muro del alvéolo**. A este nivel constituye la parte lateral de la porción superior de la cavidad: el **receso epitimpánico** [ático]. Abajo, el reborde óseo es más estrecho y responde a la parte inferior de la cavidad timpánica: el **receso hipotimpánico**. Delante y detrás de la membrana, la pared ósea se estrecha.

Pared medial (laberíntica)

Separa el oído medio del oído interno (**fig. 48-4**). Presenta los siguientes accidentes:

- **Promontorio:** es una saliente ósea, proyectada desde la porción petrosa del temporal, situada en la parte central de esta pared. En su parte inferior se encuentra el pequeño orificio (*ostium*) del **conductillo del nervio timpánico** [conducto de Jacobson] a partir del cual los ramos nacidos del nervio timpánico se ramifican en contacto con el promontorio (**fg. 48-8**).
- **Ventana coclear** [redonda]: es un orificio situado debajo y detrás del promontorio. Corresponde medialmente a la **rampa timpánica de la cóclea**. En estado fresco está cerrada por una membrana denominada **membrana secundaria del tímpano** (**fig. 48-8**).
- **Ventana vestibular** [oval]: este orificio se encuentra encima del promontorio. Por esta abertura la cavidad timpánica se comunica con la cavidad vestibular del oído interno. Del lado de la cavidad timpánica, la base del estribo se apoya en los bordes de esta ventana (**figs. 48-8** y **48-7**).
- **Eminencia piramidal** [pirámide]: es una pequeña saliente ósea ubicada detrás de los elementos precedentes y algo lateral a ellos. Su vértice, con extremidad libre, está perforado: es el orificio de un conducto donde se encuentra el **músculo del estribo**, cuyo tendón emerge por el orificio de la pirámide (**fig. 48-8**) y cuyo vientre muscular se localiza en el interior de la eminencia piramidal.

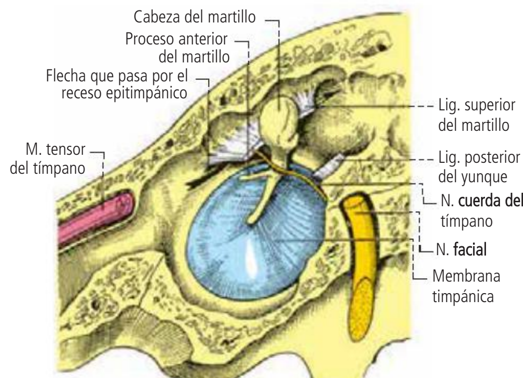


Fig. 48-3. Pared lateral de la cavidad timpánica, lado derecho, cara lateral del corte que fue practicado de adelante hacia atrás.

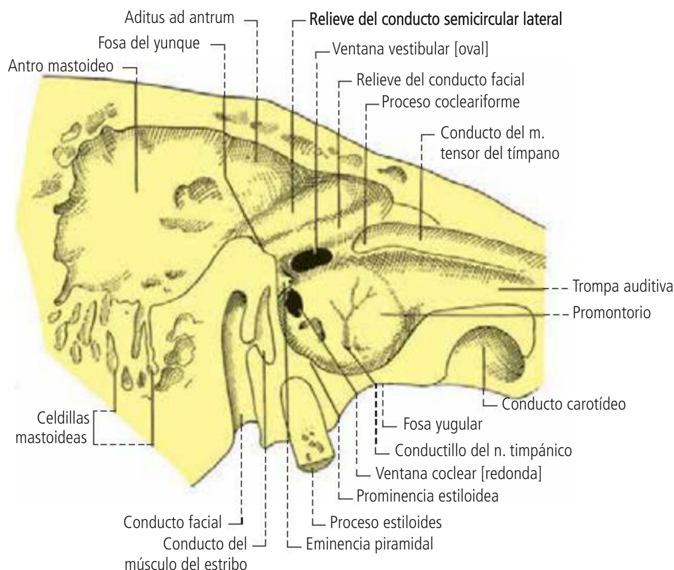


Fig. 48-4. Pared laberíntica, medial, de la cavidad timpánica (según G. Olivier).

- **Proceso cocleariforme** [pico de cuchara]: esta saliente se halla encima y delante del promontorio. Constituye la prolongación de una saliente donde se aloja el **músculo tensor del tímpano**, cuyo tendón pasa por el orificio del proceso cocleariforme (**fig. 48-7**).
- **Parte posterior y superior:** encima de la ventana vestibular [oval], se ve la saliente de la parte anteroposterior del **conducto facial** y por encima de esta última, el relieve del conducto semicircular lateral.

Pared superior (tegmentaria)

Está constituida por una delgada lámina ósea, convexa hacia arriba, el **techo del tímpano** (*tegmen tympani*), que separa la cavidad timpánica del piso de la fosa media de la cavidad craneal (véase **fig. 48-1**).

Pared inferior (yugular)

Es el **piso de la cavidad** (véase **fig. 48-1**). Es irregular, con pequeñas celdillas cóncavas hacia arriba. Se encuentra en relación con el **bulbo superior de la vena yugular interna**, situado debajo de la fosa yugular. Puede estar levantada por la implantación del proceso estiloides del temporal (eminencia estiloidea).

Pared posterior (mastoidea)

La pared mastoidea está constituida por la **entrada al antro mastoideo** (*aditus ad antrum*), que comunica la cavidad timpánica con el antro mastoideo (**figs. 48-4** y **48-8**). Abajo y medial a este orificio, una superficie cóncava y lisa da apoyo a la rama corta del yunque. Por debajo de esta superficie se encuentra el pequeño orificio de entrada de la **cuerda del tímpano**, por el cual este ramo del nervio facial penetra en la cavidad timpánica (**fig. 48-3**).

Pared anterior (carotídea)

Está marcada por el **orificio timpánico** de la porción ósea de la **trompa auditiva** (**figs. 48-7** y **48-8**). Por encima y delante de este, se abre el orificio del **músculo tensor del tímpano**. Más

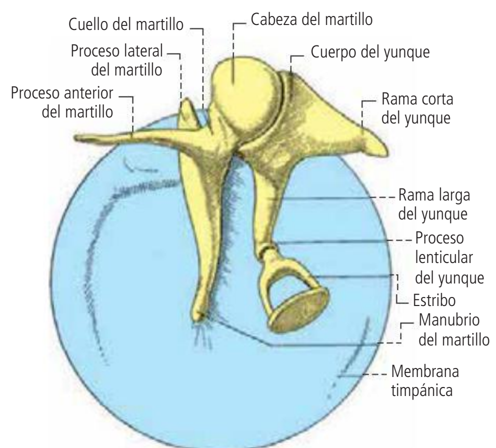


Fig. 48-5. Huesecillos del oído, vista medial, lado derecho.

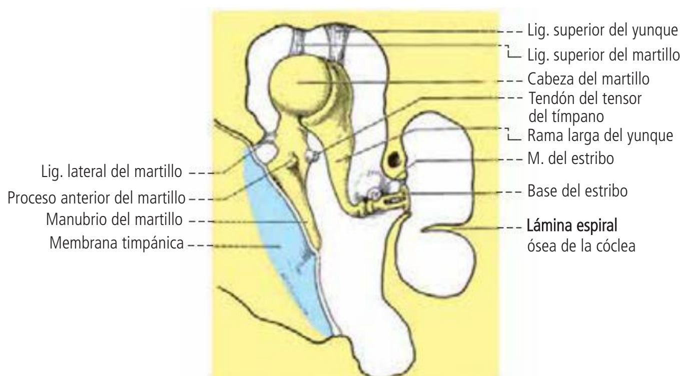


Fig. 48-6. Huesecillos del oído, vista anterior, lado derecho.

lateral, se ve el orificio anterior de la **cuerda del tímpano**. Debajo de estos, la pared de la cavidad está formada por una lámina delgada que la separa del **conducto carotídeo**. El **canalículo carotidotimpánico** comunica las dos cavidades entre sí. En él dejan su impresión los nervios y los vasos del mismo nombre.

Huesecillos del oído

De lateral a medial, constituyen una cadena articulada, desde la membrana timpánica hasta la ventana vestibular se encuentran: martillo, yunque y estribo (**figs. 48-6**, **48-7** y **48-8**).

Martillo

Es el huesecillo más voluminoso (**fig. 48-5**). Alargado de arriba hacia abajo, en él se describen: una **cabeza**, situada hacia arriba y alojada en el receso epitimpánico (**fig. 48-8**), redondeada, lisa y convexa, que se articula con el yunque. Un **cuello** corto y aplastado sostiene a la cabeza. Un **manubrio**, orientado hacia abajo y atrás, se encuentra en el espesor de la membrana timpánica, entre la capa fibrosa y la mucosa que la tapiza medialmente. El manubrio termina a nivel del ombligo, donde se ensancha en forma de espátula (**fig. 48-2**). También presenta dos **procesos** [apófisis]: uno **lateral**, corto y grueso, de forma cónica, situado en la unión del cuello y del manubrio, que está orientado lateralmente para llegar a la membrana timpánica, y uno **anterior**, largo, delgado, que se desprende de la parte anterior e inferior del cuello, se dirige hacia adelante y termina en la pared inferior de la cavidad timpánica, a nivel de la fisura petrotimpánica.

Yunque

Este huesecillo está ubicado medial y detrás del martillo (**fig. 48-5**). En él se describen: un **cuerpo** situado en el receso epitimpánico, junto con la cabeza del martillo con la cual se articula adelante y lateralmente. Presenta dos ramas: una **rama corta** (superior), horizontal, dirigida hacia atrás, hacia la pared posterior de la cavidad timpánica, y una **rama larga**, vertical, dirigida hacia abajo, que luego efectúa medialmente una inflexión y termina en una pequeña dilatación, el **proceso lenticular**.

Estribo

Es el más pequeño y el más medial de los huesecillos (**fig. 48-5**). En él se describen: una **cabeza**, que es la parte lateral del

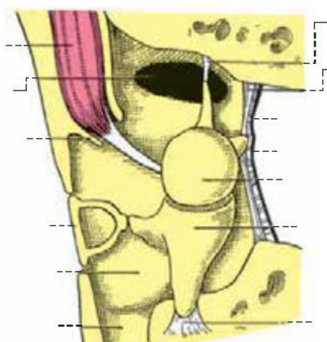


Fig. 48-7. Huesecillos del oído ubicados en la cavidad timpánica, vista superior.

hueso, cuadrilátera, aplastada de arriba hacia abajo, que presenta en su cara lateral una pequeña superficie que se articula con el proceso lenticular del yunque. Su cara medial da origen a los siguientes elementos: dos **ramas**, una **anterior** y otra **posterior**, que se separan de la **cabeza del estribo** y se dirigen medialmente, delimitando un espacio cerrado por abajo por la **base del estribo.** La **base del estribo** es una lámina ósea, dispuesta en sentido vertical que se apoya sobre la ventana vestibular [oval], de la cual toma su forma.

Articulaciones de los huesecillos

Los huesecillos están unidos entre sí (articulaciones intrínsecas) y a las paredes de la cavidad timpánica (articulaciones extrínsecas).

Articulaciones intrínsecas

Son la **articulación incudomaleolar** (martillo con yunque) y la **articulación incudoestapedial** (yunque con estribo). Son articulaciones de tipo sinovial. La primera representa una articulación de tipo selar, en la cual dos caras inversamente configuradas y revestidas de cartílago están unidas por un ligamento capsular con un pequeño menisco intraarticular y una pequeña sinovial. La segunda es una esferoidea, en la cual la cara lenticular del yunque, convexa, se articula con la cara cóncava de la cabeza del estribo. Se encuentra aquí también una pequeña cápsula fibrosa tapizada por una membrana sinovial.

Articulaciones extrínsecas

Cada huesecillo está unido a las paredes de la cavidad timpánica por cierto número de ligamentos (**figs. 48-1**, **48-6** y **48-7**). El **martillo** está amarrado por un **ligamento superior**, por un **ligamento lateral** y por un **ligamento anterior**, originado en la espina del esfenoides o cerca de ella, que penetra en la cavidad por la fisura petrotimpánica y se fija en el cuello y en el proceso anterior del martillo. El **yunque** está fijado por un **ligamento superior**, que desciende del techo de la cavidad hasta el cuerpo del hueso, y por un **ligamento posterior**, que une el vértice de la rama corta del yunque al contorno de la fosa donde se ubica. El ligamento posterior del yunque y el ligamento anterior del martillo forman en conjunto el eje de balanceo de ambos huesecillos en los movimientos que acompañan la vibración de la membrana timpánica. El **estribo** está unido al contorno de la ventana vestibular [oval] por el **ligamento anular del estribo**.

Músculos

La cadena de huesecillos está sometida a la acción de dos músculos: uno insertado en el martillo y el otro en el estribo (**fig. 48-8**). El yunque no dispone de músculo propio y su desplazamiento se debe al de los huesecillos vecinos.

Músculo tensor del tímpano [del martillo]

Es alargado y de pequeñas dimensiones. Se inserta adelante sobre la porción cartilaginosa de la **trompa auditiva** y en el punto de unión de la escama y la porción petrosa del hueso temporal (**fig. 48-11**). Situado en un conducto óseo propio, termina en un tendón que se fija en el **extremo superior del manubrio del martillo**, en su lado medial, y algo por debajo de su proceso anterior, después de haberse acodado lateralmente a nivel del proceso cocleariforme. Está inervado por un ramo que proviene de la porción medial del **nervio mandibular**.

Músculo estapedio [del estribo]

Es más pequeño que el precedente. Está alojado en la cavidad que existe en la **eminencia piramidal**. Esta cavidad tiene forma de conducto. El músculo estapedio se inserta en el fondo de este conducto y se dirige hacia arriba y adelante. Emerge de la eminencia piramidal en forma de tendón, que termina en la parte posterior del **cuello del estribo**. Está inervado por el **nervio facial**.

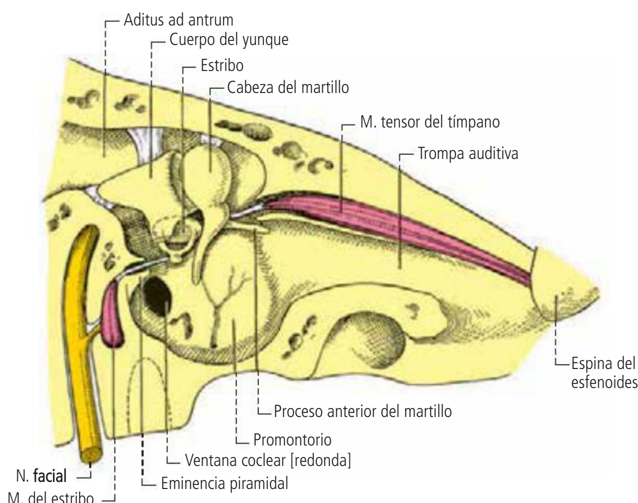


Fig. 48-8. **Huesecillos del oído con sus músculos motores, vista lateral (según G. Olivier).**

Anatomía funcional

La acción de estos músculos se ejerce sobre los huesecillos de manera tal que los movimientos de uno de estos sean transmitidos a los otros. Estos dos músculos son antagonistas. El **músculo tensor del tímpano** tira medialmente del manubrio del martillo. Pone en **tensión la membrana timpánica**. Este movimiento **impulsa medialmente** a la base del estribo, lo cual comprime el líquido contenido en el oído interno. El **músculo del estribo** mueve hacia atrás la cabeza del estribo (acción directa). Esto mueve el estribo **lateralmente** con respecto a la ventana vestibular [oval], lo que **disminuye la presión** del líquido en el oído interno. Este movimiento repercute sobre los otros huesecillos: el manubrio del martillo se dirige lateralmente, lo que **disminuye la tensión** de la membrana timpánica.

Mucosa. Vascularización e inervación

Mucosa de la cavidad timpánica

Es fina, íntimamente adherida al periostio de la cavidad. Tapiza las paredes, así como los huesecillos y sus ligamentos. El intervalo comprendido entre las dos ramas del estribo está cerrado por una laminilla mucosa.

Arterias

Son numerosas, provienen de las arterias estilomastoidea, timpánica, meníngea media, faríngea ascendente y carótida interna (**fig. 48-9**). Forman una red de numerosas ramas anastomóticas para las paredes, la mucosa y los huesecillos.

Venas

Son también muy numerosas y salen de la cavidad timpánica por los orificios por donde penetran las arterias.

Linfáticos

En la parte superior de la cavidad timpánica se agrupan constituyendo nodos rudimentarios. Terminan en los nodos parotídeos y laterofaríngeos.

Nervios

Además de los nervios musculares, existen nervios sensitivos y autónomos, provenientes del **nervio timpánico** y de los nervios carotidotimpánicos que vienen del **plexo carotídeo interno**.

ANEXOS MASTOIDEOS. ANTRO, CELDILLAS MASTOIDEAS

La **entrada al antro** comunica de adelante hacia atrás la **cavidad timpánica** con el **antro mastoideo**: el **antro** es la más voluminosa de las **celdillas mastoideas**, cavidades aéreas situadas en el interior del proceso mastoides del temporal.

Entrada al antro (*aditus ad antrum*)

Es un conducto prismático triangular, dirigido hacia atrás y algo lateralmente (**figs. 48-4** y **48-10**). Su **foramen anterior** se abre en la **pared posterior** de la cavidad timpánica, en su parte superior, medialmente a la rama corta del yunque y por encima de la eminencia piramidal. La **pared superior** está formada por la prolongación posterior del **techo del tímpano**. Una laminilla ósea, delgada, separa la **entrada al antro** de la fosa media de la cavidad craneal. La **pared inferomedial** está elevada por el relieve del **conducto semicircular lateral**. La **pared inferolateral** es espesa, constituye una prolongación posterior del muro del alvéolo que separa la **entrada al antro** de la superficie del hueso temporal (cara quirúrgica), donde se proyecta sobre la parte posterosuperior del **conducto auditivo externo**. En la

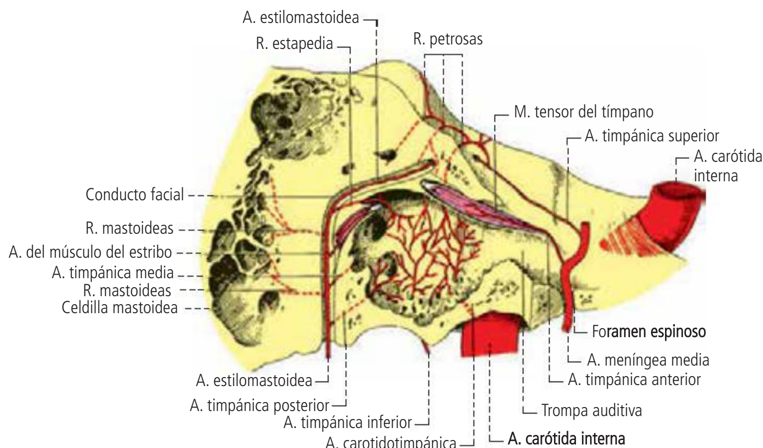


Fig. 48-9. Circulación arterial de la cavidad timpánica.

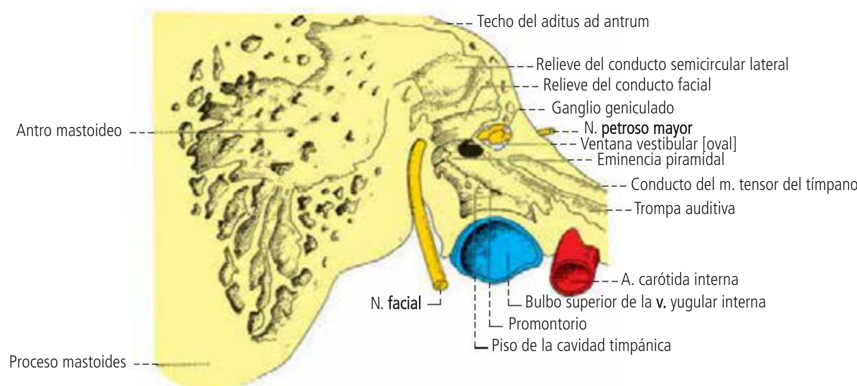


Fig. 48-10. Corte anteroposterior del proceso [apófisis] mastoides y de la cavidad timpánica, lado derecho, segmento medial.

unión de las dos paredes inferiores la **entrada al antro** está situada sobre el codo y el origen de la **3.ª porción del conducto facial**. El nervio facial lo recorre pasando medialmente y debajo de la **entrada al antro** (peligro quirúrgico). El **foramen posterior** se encuentra en la pared anterosuperior del antro mastoideo, situación que favorece la retención de las secreciones mucosas o purulentas en él.

Antro mastoideo

Es una cavidad de dimensiones y forma variables, excavada en el proceso mastoides (**fig. 48-10**). Hacia arriba, atrás y abajo, está delimitada por tejido óseo más o menos denso. Esta densidad depende del número de celdillas mastoideas que la rodean. **Adelante** comunica con la cavidad timpánica por la **entrada al antro**. **Medialmente y atrás**, el antro está en relación con el **surco del seno sigmoideo**, con la duramadre y más allá con la fosa cerebelosa. **Lateralmente**, el antro se proyecta en la cara lateral y en la porción anterosuperior de la mastoides. Es allí donde debe ubicarse la trepanación cuando se propone drenar el antro mastoideo infectado (mastoiditis).

Celdillas mastoideas

Son cavidades de número y dimensiones variables. Constituidas inicialmente a partir del 7.mo mes de la vida fetal por divertículos del antro, pueden aislarse por completo o comunicarse con él. Se las divide en **celdillas superiores**: pequeñas; **mediales**: relacionadas con la cara posterior de la porción petrosa del temporal, por la fisura petromastoidea; **laterales**: raras; **posteriores**: en relación con el **seno sigmoideo**; **anteriores**: detrás del conducto facial y del nervio facial e **inferiores**: semejantes a las de la punta de la mastoides (**fig. 48-10**).

Mucosa

La mucosa de la cavidad timpánica se prolonga a lo largo de las paredes de la entrada hasta el antro mastoideo. Las celdillas tienen un revestimiento mucoso del mismo tipo, que puede comunicarse con la mucosa del antro.

TROMPA AUDITIVA [DE EUSTAQUIO]

Es un largo conducto que se extiende desde la parte anterior de la cavidad timpánica hasta la nasofaringe (**figs. 48-11** y **48-12**).

Generalidades

La trompa (*tuba*) auditiva se compone de dos porciones: una porción posterolateral ósea, excavada en la parte inferior del hueso temporal, y una porción anteromedial fibrocartilaginosa.

La trompa auditiva, en conjunto, es oblicua de atrás hacia adelante, de lateral a medial y algo de arriba hacia abajo. Las dos partes constitutivas forman un ángulo obtuso, abierto abajo y adelante. La trompa está aplastada de adelante hacia atrás y de lateral a medial.

De atrás hacia adelante, se estrecha cerca de su parte fibrocartilaginosa, para ensancharse nuevamente hacia la faringe, de donde surgen dos conos, uno **timpánico** (posterolateral) y otro **faríngeo** (anteromedial), unidos por sus vértices: **istmo de la trompa**. La trompa mide en el adulto entre 35 y 45 mm, de los cuales un tercio pertenece al cono timpánico óseo.

Forma y relaciones

Se le describen: dos caras, dos bordes y dos forámenes.

- **A. Cara anterolateral:** orientada algo hacia arriba, está al principio separada de la fosa mandibular del temporal y de la fisura petrotimpánica por el proceso tubario del **techo del tímpano**. Luego se relaciona con el **músculo tensor del velo del paladar** y con la **lámina medial del proceso pterigoides**.
- **B. Cara posteromedial:** se relaciona sucesivamente, y de atrás hacia adelante, con el **conducto carotídeo**, con el **músculo elevador del velo del paladar** y está aplicada a la fascia faringobasilar, que es atravesada por la trompa.
- **C. Borde superior:** al principio se halla debajo del **conducto del músculo tensor del tímpano**, se aplica luego a la cara inferior de la base del cráneo, siguiendo la sutura que

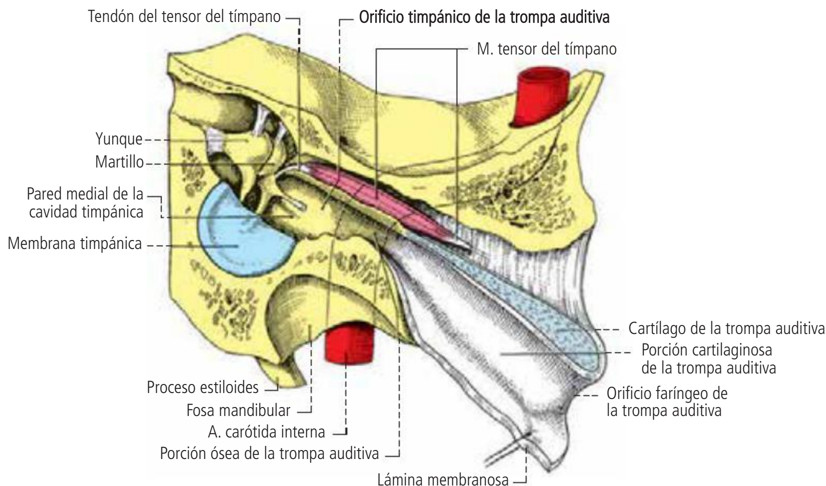


Fig. 48-11. Trompa auditiva, corte vertical a lo largo de su eje mayor.

une la porción petrosa del temporal con el ala mayor del esfenoides.

D. Borde inferior: ocupa el intervalo comprendido entre los músculos elevador y tensor del velo del paladar. Reposa luego sobre el gancho pterigoideo de la lámina medial del proceso pterigoides.

E. Orificio timpánico: ovalado, se abre en la parte anterior y superior de la cavidad timpánica, a la misma altura en que la entrada al antro lo hace en la pared posterior.

F. Orificio faríngeo: constituye el pabellón de la trompa. Es cuadrilátero; está situado en la parte superior de la pared lateral de la nasofaringe, 10 mm por detrás del borde posterior del cornete (concha) inferior. Está limitado: **adelante**, por el pliegue mucoso salpingopalatino y atrás, por el **rodete de la trompa** (*torus tubarius*) prolongado abajo por el pliegue salpingofaríngeo. Más hacia atrás se encuentra el **receso faríngeo**. Estos pliegues se unen arriba y abajo, alrededor del orificio faríngeo de la trompa auditiva.

Constitución anatómica

La trompa dispone de un armazón fibroso y cartilaginoso, de una mucosa y de un aparato muscular motor.

Armazón de la trompa

El **cono timpánico** está constituido enteramente por hueso excavado en la parte petrosa del temporal.

El **cono faríngeo** está formado por:

- Una **lámina cartilaginosa** posterior y medial. Tiene la forma de un ángulo agudo que se fija en el extremo medial de la parte ósea y cuya base libre hace saliente detrás del pabellón de la trompa. Su **borde inferior** llega al piso y su **borde superior** se curva hacia anterior. Presenta a veces algunas fisuras y algunos cartílagos accesorios.
- Una **lámina fibrosa**, que se encuentra fijada a los dos bordes de la lámina cartilaginosa y que constituye la pared anterolateral del cono faríngeo de la trompa.

Mucosa

Se adhiere al armazón osteofibrocartilaginoso. Se prolonga con la de la faringe hacia adelante y con la de la cavidad timpánica hacia atrás. Contiene glándulas acinosas y acúmulos linfoides, la **tonsila [amígdala] tubaria**.

Aparato muscular

Aplicadas una contra la otra, las paredes de la trompa pueden separarse por la acción de los **músculos elevador y tensor del velo del paladar** y el **músculo palatofaríngeo**.

Vasos y nervios

Las **arterias** provienen de la faríngea inferior, arteria del conducto pterigoideo y de la meníngea media. Las **venas** son tributarias de los plexos faríngeos y pterigoideos. Los **linfáticos** están en comunicación con los de la faringe, tributarios de los nodos cervicales profundos, retrofaríngeos y parotídeos profundos. Los **nervios** sensitivos provienen del nervio timpánico y del nervio pterigopalatino.

ANATOMÍA FUNCIONAL

Encargado de la transmisión de los sonidos recibidos por el oído externo al oído interno, el **oído medio** asegura esta función gracias a las vibraciones de la membrana timpánica, transmitidas a la ventana vestibular por la cadena de los huesecillos. Esta transmisión supone:

- La suavidad y la elasticidad de la membrana receptora.
- La integridad de los huesecillos, de sus articulaciones y de sus músculos.

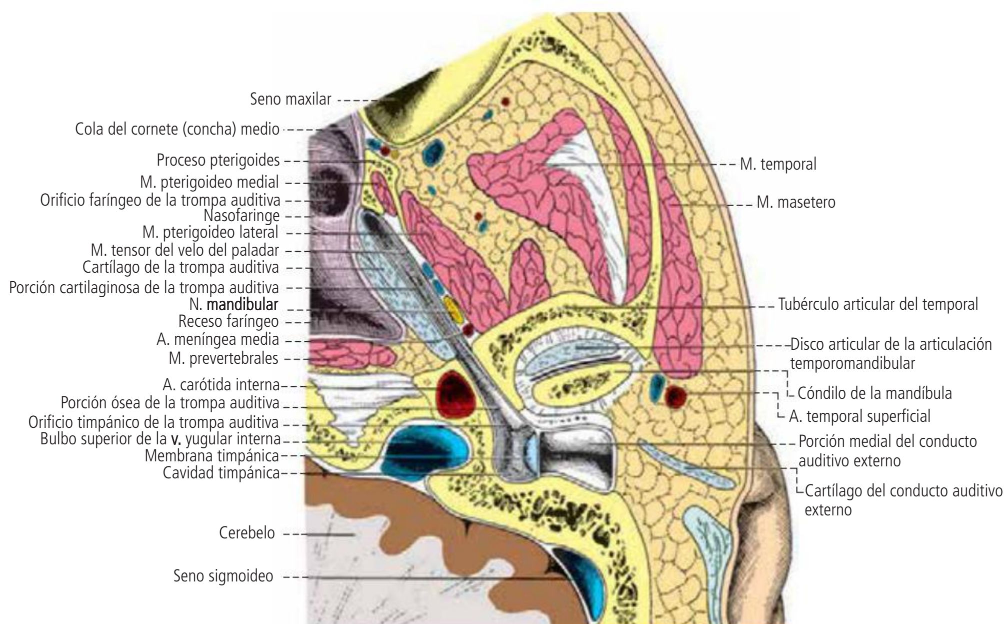


Fig. 48-12. Corte oblicuo del cráneo, siguiendo el eje de la trompa auditiva, lado derecho, segmento inferior del corte.

– Que la presión del aire sea igual sobre las dos caras de la membrana timpánica.

Su cara lateral está ampliamente abierta al exterior por el conducto auditivo externo, y está sometida a la presión atmosférica. La cara medial soporta una presión idéntica debido a la comunicación establecida con el exterior por la trompa auditiva. Los descensos rápidos de la presión atmosférica que sufre a veces el organismo (ascenso en avión, en teleférico) o sus aumentos (sumersión) pueden ser compensados por movimientos activos de **deglución**, que modifican la presión en la nasofaringe y aseguran, por la contracción de los músculos tensor y elevador del velo del paladar, la apertura de la trompa.

Las condiciones normales de funcionamiento del **oído medio** resultan a menudo perturbadas por lesiones del tímpano (esclerosis, perforaciones); por afección de la cadena de los huesecillos (osteoporosis, anquilosis articulares) y por la inflamación de la mucosa del oído medio, sobre todo. Debido a sus relaciones con la mucosa faríngea, esta mucosa se infecta fácilmente, lo que produce obliteraciones congestivas de la trompa, inflamaciones o infecciones del oído medio (otitis), con sus complicaciones posteriores (mastoiditis).

Si se presentan, estas lesiones pueden hacer necesario el drenaje de la cavidad mediante perforación instrumental del tímpano (paracentesis) o dirigida hacia el antro (trepanación mastoidea); en ocasiones se necesita ampliar el acceso y el antro mastoideo (vaciamiento petromastoideo), lo que conduce fatalmente a la sordera del oído operado.

Oído interno

49

El oído interno está formado por un conjunto de **cavidades óseas** excavadas en el espesor de la porción petrosa del temporal, ubicadas medialmente y por detrás de la cavidad timpánica. Estas cavidades constituyen el **laberinto óseo**, ocupado por vesículas o sacos membranosos cuyo conjunto forma el **laberinto membranoso**. Los sacos membranosos contienen un líquido, la **endolinfa**, y están separados de las paredes óseas por otro líquido, la **perilinfa**. Las paredes de los sacos membranosos contienen **receptores nerviosos** a partir de los cuales se constituye el **nervio vestibulococlear (VIII)**. Este nervio es conductor de aferencias auditivas (**nervio coclear**) y del equilibrio (**nervio vestibular**).

LABERINTO ÓSEO

Comprende: el vestíbulo, los conductos semicirculares, la cóclea y el conducto (meato) auditivo interno.

Vestíbulo

Constituye la parte central del laberinto óseo y es una cavidad ovoide, alargada de adelante hacia atrás y aplastada en sentido lateromedial. Está ubicada por detrás de la cóclea y por delante de los conductos semicirculares. Medialmente se relaciona con el conducto auditivo interno y lateralmente, con la cavidad timpánica.

En el **vestíbulo** se pueden describir seis paredes:

A. Pared lateral (**fig. 49-1**): está formada por una delgada lámina ósea, oblicua hacia abajo y en sentido medial, que separa el vestíbulo de la cavidad timpánica. Se observa en ella la **ventana vestibular** [oval] cerrada por la base del estribo. Atrás y abajo se encuentra la **ventana coclear** [redonda], que comunica al vestíbulo con la cavidad timpánica; en las proximidades de esa ventana es donde comienza la rampa timpánica de la cóclea.

B. Pared medial: separa el vestíbulo del fondo del conducto auditivo interno (**fig. 49-2**). Su parte media está marcada por la **cresta vestibular**, dirigida en forma oblicua hacia atrás y abajo, donde se bifurca. La parte anterior de la cresta constituye la **pirámide del vestíbulo**. Por encima y debajo de la cresta se encuentran dos recesos: uno superior, el **receso utricular** (elíptico) [fosita semiovoidea] y otro inferior, el **receso sacular** (esférico) [fosita hemisférica]. Hacia atrás, entre las ramas de bifurcación de la cresta vestibular, se halla el **receso coclear** (**fig. 49-3**). Estos tres recesos son perforados por orificios microscópicos que constituyen las tres **máculas (manchas) cribosas**: superior, media e inferior. Atravesando los orificios de las **máculas cribosas** se encuentran las fibras de las ramas del nervio vestibulococlear, que llegan a los receptores ubicados en las estructuras membranosas adyacentes. Por encima y detrás de la cresta vestibular se encuentra el **orificio interno del acueducto del vestíbulo**, el cual se abre en la cara posterior de la porción petrosa del temporal (para el pasaje del **conducto endolinfático**).

C. Pared superior: constituye el techo del vestíbulo. Presenta cuatro orificios: dos posteriores, uno lateral y otro medial, que corresponden respectivamente al orificio no ampular del conducto semicircular lateral y al orificio común de los dos conductos semicirculares anterior y posterior, y dos anteriores, uno lateral y otro medial, que son el orificio ampular del conducto semicircular lateral y el orificio ampular del conducto semicircular anterior.

D. Pared inferior: forma el piso del vestíbulo, corresponde a la parte inicial de la lámina espiral ósea de la cóclea (**fig. 49-3**), que comienza delante del receso coclear. Lateralmente a esta lámina se encuentra la hendidura vestibulotimpánica, que comunica el vestíbulo con la rampa timpánica de la cóclea.

E. Pared anterior: está en relación en su parte más alta con el conducto facial y el nervio facial. Más abajo se encuentra la comunicación del vestíbulo con la rampa vestibular de la cóclea.

F. Pared posterior: presenta en su parte inferior el orificio del extremo ampular del conducto semicircular posterior.

Conductos semicirculares

Están situados por detrás y por encima del vestíbulo (**figs. 49-1** y **49-2**). Son tres: **anterior**, **posterior** y **lateral**. Son conductos tubulares en forma de herradura, que parten del vestíbulo y vuelven a él, después de un trayecto excavado en la porción petrosa del temporal. Cada uno de ellos presenta dos extremos con sendos orificios: un orificio dilatado por la ampolla, el **orificio ampular**, y un orificio no dilatado, el **orificio no ampular**. Los extremos no ampulares de los conductos semicirculares posterior y anterior se reúnen medialmente por un abocamiento común, la **rama ósea común** que los comunica con el techo del vestíbulo. Los conductos semicirculares están orientados en planos prácticamente perpendiculares entre sí. Los conductos semicirculares laterales de ambos oídos se encuentran en el mismo plano y el conducto anterior de un lado es casi paralelo al conducto posterior del lado opuesto.

Cada uno de estos conductos posee características particulares:

- **Conducto semicircular lateral:** es **horizontal**. Su convexidad lateral hace protrusión en la pared medial de la entrada al antro mastoideo (véase **fig. 48-4**). Su orificio ampular se abre en la porción anterolateral del techo del vestíbulo y el extremo no ampular se abre en la porción posterolateral de esta cavidad.
- **Conducto semicircular anterior** [superior]: es vertical, perpendicular al eje de la porción petrosa del temporal. Su convexidad superior determina la **eminencia arqueada (ar-**

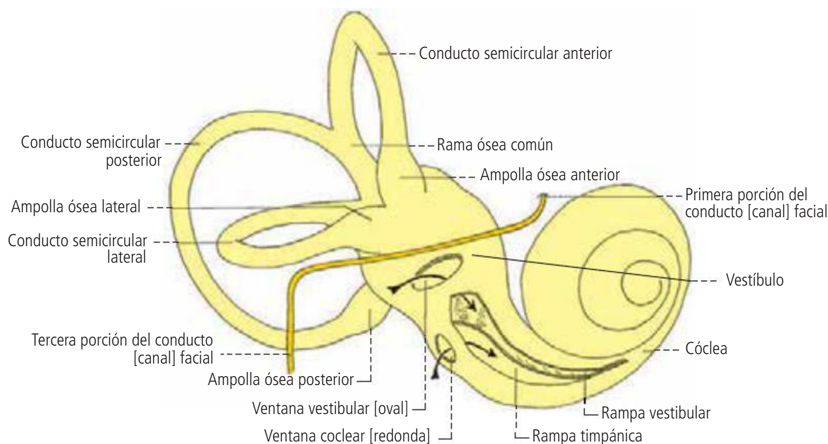


Fig. 49-1. Vista esquemática de conjunto del laberinto óseo, lado derecho, vista lateral.

cuata), por detrás y medial al **techo del tímpano**, en la cara anterior (endocraneal) de la porción petrosa del temporal. Su orificio ampular se abre en la parte medial del vestíbulo, mientras que el extremo no ampular se reúne, como se ha visto, con su homólogo del conducto semicircular posterior.

- **Conducto semicircular posterior:** es **vertical** y **casi paralelo** a la pared posterior de la porción petrosa del temporal; en consecuencia, es perpendicular al plano del **conducto anterior**. Se reúne con este en su extremo no ampular. Su orificio ampular está ubicado en la parte inferior de la pared posterior del vestíbulo.

Cóclea [caracol]

Tiene la forma de un cono cuya base se aplica atrás y medialmente en el fondo del conducto auditivo interno (**figs. 49-3** y **49-4**). Se describen:

- **Modiolo** [columela]: forma el eje de la cóclea. Tiene la forma de un cono alrededor del cual se arrolla la cavidad coclear. Está situado en la pared medial de la cavidad timpánica. Su **base** corresponde al arco anteroinferior del conducto auditivo interno. Se observan numerosos orificios dispuestos en una doble línea espiral, que constituyen el **conducto espiral** del modiolo. Cada uno de estos orificios forma la parte inferior de un canalículo que se dirige al principio hacia el eje de la cóclea y luego se orienta en sentido lateral. El **vértice** del modiolo presenta un orificio superior y la **lámina del modiolo**. La **superficie externa del modiolo** da inserción al borde cóncavo de la **lámina espiral ósea**. En ella se ven los orificios de los canalículos precedentes.
- **Conducto espiral:** es un tubo óseo de 1,5 a 2 mm de diámetro, que forma tres vueltas alrededor del modiolo, desde su base hasta su vértice. Tiene dos paredes: una medial, que responde a la superficie externa del modiolo, y una lateral,

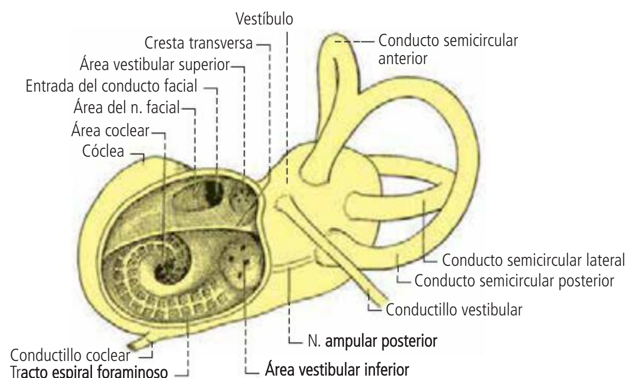


Fig. 49-2. Laberinto óseo y fondo del conducto auditivo interno, lado derecho, cara medial.

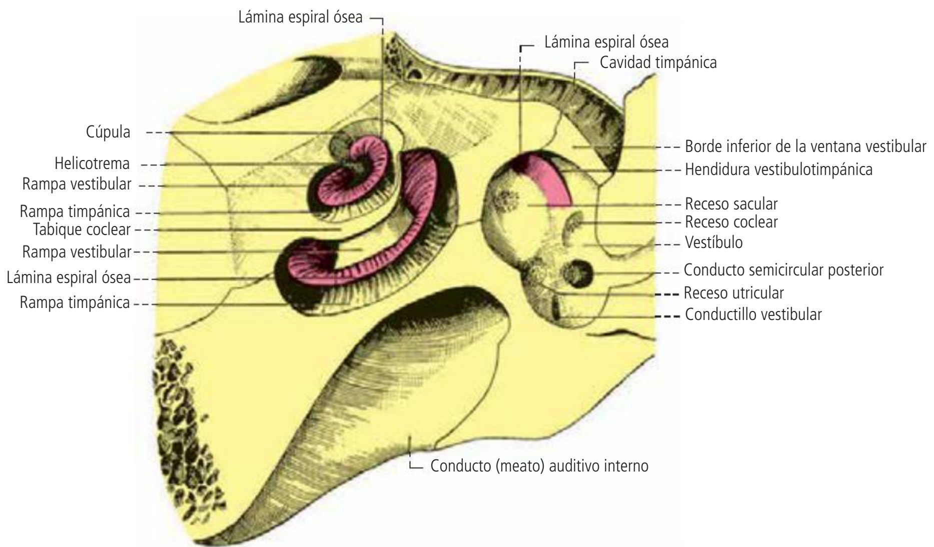


Fig. 49-3. **Vestíbulo y cóclea, vistos por arriba. Corte horizontal de la porción petrosa del temporal cuya cara posterior está hacia la derecha en la figura y el extremo medial hacia abajo.**

que constituye la **corteza de la cóclea**. Llegada al vértice del modiolo, la pared medial se confunde con él. La pared lateral forma arriba de este la **cúpula de la cóclea**. Una laminilla en forma de semicono vacío une el vértice del modiolo con la cúpula: es la **lámina del modiolo** (**fig. 49-4**).

- **Lámina espiral ósea:** es una laminilla ósea fina y delgada que comienza en la pared inferior del vestíbulo (**fig. 49-3**). Se introduce enseguida en la cóclea, en el interior del conducto espiral, se dispone alrededor del modiolo, dibujando las mismas espiras. Su borde lateral es libre, está separado de la pared lateral del conducto espiral por un espacio donde se sitúa, en estado fresco, el **conducto coclear**. Su borde adherente presenta pequeños y numerosos canales que se comunican con los del eje del modiolo. La lámina espiral ósea disminuye en ancho a medida que se acerca al vértice de la cóclea. Termina en la tercera vuelta de la cóclea, por un extremo libre en forma de gancho, el **gancho de la lámina espiral** (**fig. 49-3**). La lámina espiral ósea está constituida por dos laminillas reunidas entre sí por un sistema de trabéculas óseas.
- **Rampas de la cóclea** (**figs. 49-3** y **49-4**): la **lámina espiral ósea** divide la cavidad coclear en mitades en forma de semicilindro: la **rampa vestibular**, que comienza en el vestíbulo, y la **rampa timpánica**, que comienza en la ventana coclear [redonda]. Ambas recorren la espiral de la cóclea. Llegadas

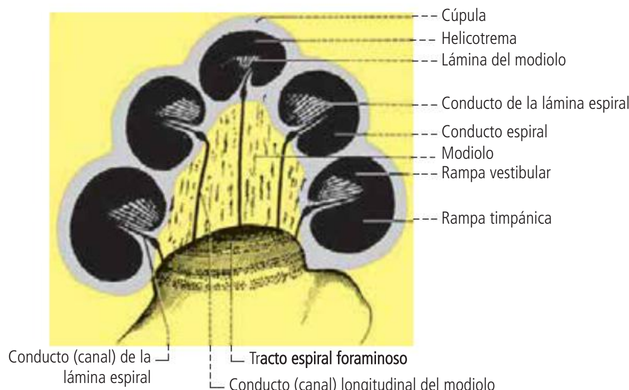


Fig. 49-4. **Corte axial de la cóclea ósea.**

a la **cúpula**, se reúnen a nivel de un orificio redondeado, el **helicotrema**. Al comienzo de la rampa timpánica, delante de la membrana que cierra la ventana coclear [redonda], se encuentra el orificio medial del **conductillo coclear** para el pasaje del **acueducto coclear**, cuyo orificio lateral llega a la cara inferior de la porción petrosa del temporal.

Conducto (meato) auditivo interno

Su dirección es horizontal y está dirigido hacia lateral y algo hacia adelante. Se abre en la cara posterior de la porción petrosa del temporal. Su **fondo** está limitado lateralmente por una lámina vertical que corresponde a la parte medial del vestíbulo y a la base de la cóclea.

Una **cresta transversal** divide el fondo del conducto en dos partes, superior e inferior (véase **fig. 49-2**):

A. Parte superior: se observa por adelante la **fosa anterior**, por donde penetra el **nervio facial** y que marca el comienzo del **conducto (canal) facial**; y por atrás, el área donde llega la porción superior del **nervio vestibular**.

B. Parte inferior: se encuentra, hacia anterior, el **área coclear** con el tracto espiral por donde emergen las fibras del nervio coclear, y hacia **posterior**, el área que da pasaje a la porción inferior del **nervio vestibular**. En esta área se localiza el foramen por donde pasa el nervio ampular posterior [singular] (ramo del nervio vestibular).

El conducto auditivo interno también es recorrido por la **arteria laberíntica** y por el **nervio intermedio** que acompaña al nervio facial.

LABERINTO MEMBRANOSO

Comprende las partes blandas contenidas en las cavidades del laberinto óseo: el **laberinto vestibular** y el **laberinto coclear** (**figs. 49-5** y **49-6**).

Laberinto vestibular

Las porciones del **laberinto membranoso** que se encuentran dentro del vestíbulo óseo son el **utrículo**, el **sáculo** y las partes iniciales del **conducto coclear** y del **conducto endolinfático**.

Utrículo. Es un pequeño saco aplastado transversalmente y alargado de adelante hacia atrás, apoyado sobre el **receso utricular** del vestíbulo óseo. Su superficie inferior y medial presenta la **mácula del utrículo**. En el utrículo se abren los conductos semicirculares membranosos. Se halla comunicado con el **sáculo** a través del **conducto utriculosacular**, que se origina en la superficie anteromedial del utrículo y del cual se desprende el conducto endolinfático. La **mácula del utrículo** es un área de epitelio sensorial dispuesta en sentido horizontal, con su eje mayor orientado en dirección anteroposterior. Cubriendo la superficie epitelial de la mácula se encuentra la **membrana de las estatoconias [otolítica]**, en la cual están incrustados los **otolitos** (otoconias), que son cristales de carbonato de calcio. La membrana de las estatoconias [otolítica] se halla recorrida por una línea semilunar denominada **estriola**. La inervación de esta **mácula del utrículo** atraviesa la **mácula cribosa superior**.

Sáculo. Está por debajo del utrículo al cual se adhiere, pero del cual es independiente. Es globuloso y está aplicado contra el **receso sacular del vestíbulo óseo**. Sobre su cara medial se

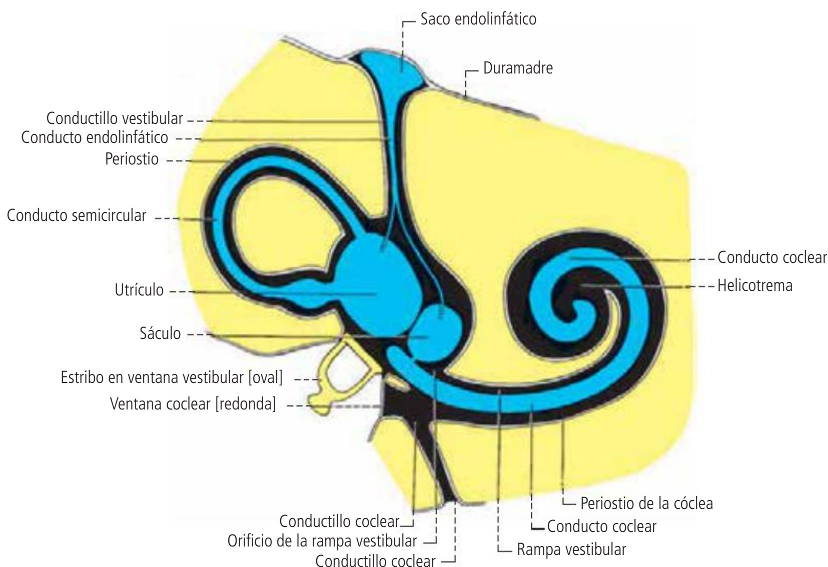


Fig. 49-5. Esquema de los espacios perilinfáticos (en negro) y endolinfáticos (en azul). Corte horizontal de la porción petrosa del temporal derecho, vista superior, pared posterior arriba, extremo medial a la derecha.

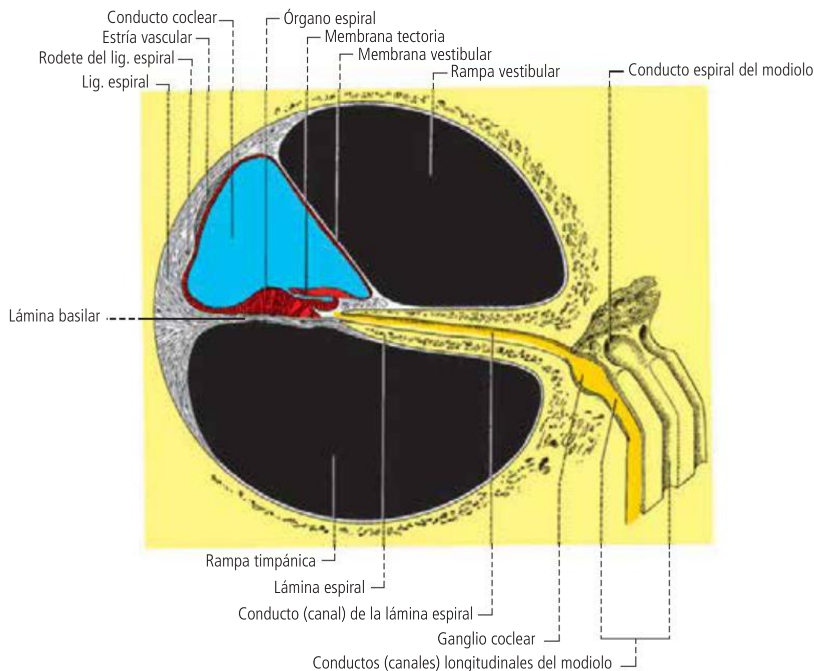


Fig. 49-6. Corte transversal de la cóclea y del conducto coclear (óseo y membranoso).

observa la **mácula del sáculo**. La **mácula**, de forma elíptica, se ubica en el plano vertical. Se encuentra revestida por una membrana de las estatoconias [otolítica] y presenta una estriola, igual que la mácula del utrículo. La inervación de la **mácula del sáculo** atraviesa la **mácula cribosa media**.

Porción inicial del conducto coclear. Está aplicada contra la pared inferior del vestíbulo óseo, a nivel del **receso coclear**. Está ubicada bajo el sáculo, al cual la une el **conducto reuniens** [de Hensen]. La inervación de esta porción del conducto coclear atraviesa la **mácula cribosa inferior**.

Conducto endolinfático. Ocupa el **conductillo del vestíbulo**. Termina atrás en la cara posterior de la porción petrosa del hueso temporal, por medio del **saco endolinfático**, en un pequeño receso que levanta la duramadre. Hacia adelante, en el vestíbulo, el conducto endolinfático se divide en dos ramas que se abren respectivamente en el **utrículo** y en el **sáculo**, estableciendo así una comunicación indirecta entre estas dos vesículas (**conducto utriculosacular**).

Conductos semicirculares membranosos

Ocupan los conductos semicirculares óseos y, como estos, son: **lateral**, **anterior y posterior**, y tienen la misma dirección y terminación. Solo ocupan una cuarta parte del diámetro de los conductos óseos y se ubican en su parte convexa. Se abren en la parte superior del utrículo por cinco orificios, dos no ampulares y tres ampulares. Cada una de las **ampollas membranosas** presenta en su parte medial un pequeño pliegue elevado de dirección transversal, la **cresta ampular**, para las terminaciones nerviosas del nervio vestibular.

Laberinto coclear [caracol membranoso]

El **conducto coclear** está situado en la cóclea ósea, donde ocupa el espacio que separa el borde libre de la **lámina espiral ósea** de la pared lateral del **conducto espiral** (**figs. 49-3**, **49-4** y **49-6**). Se interpone entre las rampas vestibular y timpánica. Se origina en la parte inferior del vestíbulo óseo a través de un extremo en forma de **receso**, y a este nivel se comunica con el sáculo por el **conducto reuniens**. Se introduce en el orificio vestibular de la cóclea ósea y la recorre en sus tres vueltas de espira. El **conducto coclear** está limitado:

- Lateralmente, por el **ligamento espiral**, que es un espesamiento del periostio del tubo óseo coclear.
- Adelante, por la **membrana vestibular** [de Reissner] (pared vestibular), insertada en sentido medial sobre la lámina espiral y lateralmente, sobre el ligamento espiral de la cóclea.
- Atrás, por la **membrana espiral** (pared timpánica), que se extiende desde la lámina espiral ósea hasta el ligamento espiral.

La superficie ósea presenta medialmente la **lámina espiral**, tapizada por el **limbo espiral**, que en su labio timpánico se continúa lateralmente con la **lámina basilar** y presenta el **órgano**

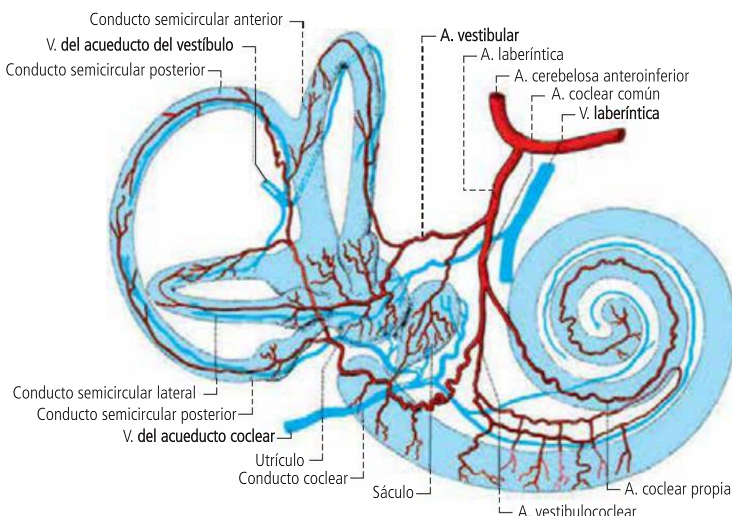


Fig. 49-7. Vascularización del oído intemo (según Charachon).

espiral [de Corti], elemento sensorial del aparato de la audición a partir del cual nacen las fibras nerviosas del nervio coclear.

El **conducto coclear** (membranoso) contiene **endolinfa**, mientras que las **rampas vestibular** y **timpánica** son espacios perilinfáticos.

LÍQUIDOS DEL OÍDO INTERNO

Endolinfa. Llena las cavidades del laberinto membranoso. Es un líquido claro, comparable al agua. A veces contiene secreciones calcáreas (otolitos) concentradas a nivel de las máculas y de las crestas acústicas.

Perilinfa. Se encuentra en el espacio comprendido entre el laberinto membranoso y el laberinto óseo. Excepto en las dos rampas de la cóclea, los espacios perilinfáticos están tabicados por trabéculas conectivas que fijan al utrículo, al sáculo y a los conductos semicirculares a las paredes óseas. La perilinfa es un líquido claro, incoloro, semejante a la endolinfa.

Los dos espacios perilinfáticos se comunican ampliamente (**fig. 49-5**).

VASCULARIZACIÓN

Arterias. La arteria principal es la **arteria laberíntica** (rama de la arteria cerebelosa anteroinferior o de la arteria basilar) o de ambas (**fig. 49-7**). Llega al laberinto por el conducto auditivo interno, donde se divide en dos ramas: **arteria coclear común** [anterior] y **arteria vestibular** [posterior]. Existen arterias accesorias que proceden de las **arterias meníngeas**, de la **arteria estilomastoidea** y de las arteriolas de la pared medial de la cavidad timpánica.

Venas. Se describen tres venas: la **vena laberíntica**, que sigue a la arteria del mismo nombre y termina en el **seno petroso inferior**; la **vena del acueducto vestibular**, que desemboca en el **seno petroso superior**, y la **vena del acueducto de la cóclea**, cuya desembocadura se encuentra en la **vena yugular interna**.

Linfáticos. La linfa está representada por la endolinfa y la perilinfa. Los espacios perilinfáticos se comunican con los espacios subaracnoideos por las vainas que rodean al nervio vestibulococlear. En el oído interno no existen vasos ni nodos linfáticos.

Nervio vestibulococlear

50

Está constituido por la unión del **nervio vestibular** (equilibrio) y del **nervio coclear** (audición), originados en el oído interno (**fig. 50-1**).

ORIGEN

Se halla situado a nivel de los ganglios nerviosos periféricos ubicados en el oído interno.

Nervio vestibular. Se constituye a partir de las fibras originadas en las superficies sensoriales del vestíbulo membranoso, y se pueden identificar:

- Una **porción superior**, con los nervios **utrículo-ampular**, **utricular**, **ampular anterior** y **ampular lateral**.
- Una **porción inferior**, con los nervios **sacular** y **ampular posterior**.

Todos estos nervios de origen se reúnen en el **ganglio vestibular** [de Scarpa], que es similar a un ganglio espinal. Contiene células bipolares cuyas prolongaciones centrípetas provienen del vestíbulo membranoso y cuyas fibras centrífugas forman el **nervio vestibular** propiamente dicho, situado en los cuadrantes posteriores de la lámina cribosa del conducto auditivo interno.

Nervio coclear. En el trayecto de sus fibras de origen se encuentra el **ganglio coclear** [de Corti], ubicado en el conducto espiral. Está formado por células bipolares, cuyas fibras centrípetas provienen del **órgano espiral** [de Corti] y recorren los conductillos de la lámina espiral. Las prolongaciones centrífugas constituyen las fibras del nervio coclear. Estas aparecen en el conducto auditivo interno, en el cuadrante anteroinferior de la lámina cribosa, debajo de la zona reservada a los nervios facial e intermedio. Los nervios vestibular y coclear se adosan; este último se sitúa adelante. En conjunto, constituyen el **nervio vestibulococlear**.

TRONCO DEL NERVIO

Trayecto y terminación

Desde el orificio interno del conducto auditivo interno, el nervio se dirige hacia abajo y medialmente para llegar a la cara lateral de la médula oblongada, lateral y detrás de las raíces del nervio facial. Termina en dos raíces, una raíz medial o **vestibular** y una raíz lateral o **coclear** (**fig. 50-2**).

Estas dos raíces penetran en el tronco encefálico para alcanzar sus respectivos núcleos.

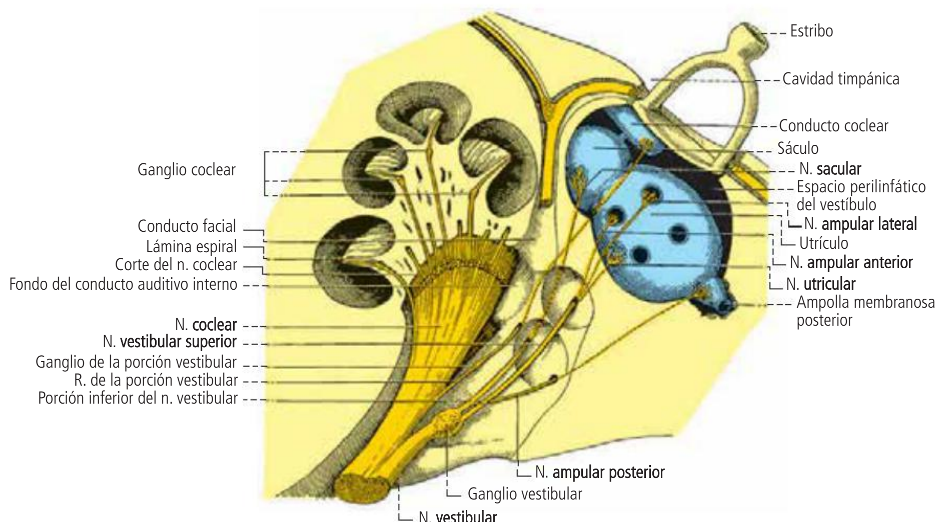


Fig. 50-1. Origen y constitución del nervio vestibulococlear.

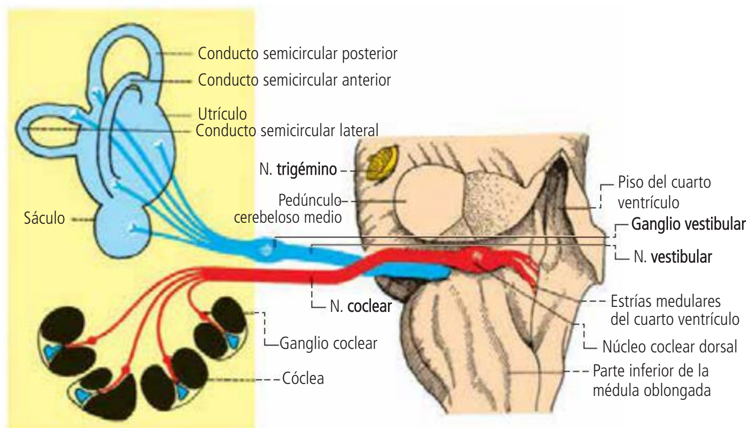


Fig. 50-2. Origen aparente y trayecto del nervio vestibulococlear (Pitres y Testut).

Relaciones

En el conducto auditivo interno. El nervio forma un canal de concavidad superior, donde se ubican los **nervios facial** e **intermedio**. Cada uno de ellos está rodeado por una vaina de piamadre propia, mientras que la aracnoides forma una vaina común. La duramadre se detiene a nivel del orificio profundo del conducto auditivo interno, donde se fusiona con el periostio. La **arteria laberíntica** acompaña a estos nervios, a lo largo de los cuales describe sinuosidades. Las venas siguen un trayecto inverso, para terminar en el seno petroso inferior.

En el ángulo pontocerebeloso. Por su cara inferior, el nervio se relaciona con el clivus, con la sincondrosis petro-occipital y con el **seno petroso inferior**, que se aloja en ella (**fig. 50-3**). Por encima de este se encuentran los nervios facial e intermedio, este último situado entre el nervio vestibulococlear y el nervio facial. Más anterior, medial y superior se encuentra el nervio trigémino. Los nervios glosofaríngeo, vago y accesorio están situados debajo y lateralmente. Por arriba se halla la vena cerebelosa anteroinferior, que desemboca en el seno petroso superior. El nervio vestibulococlear está ubicado en la **cisterna pontocerebelosa.**

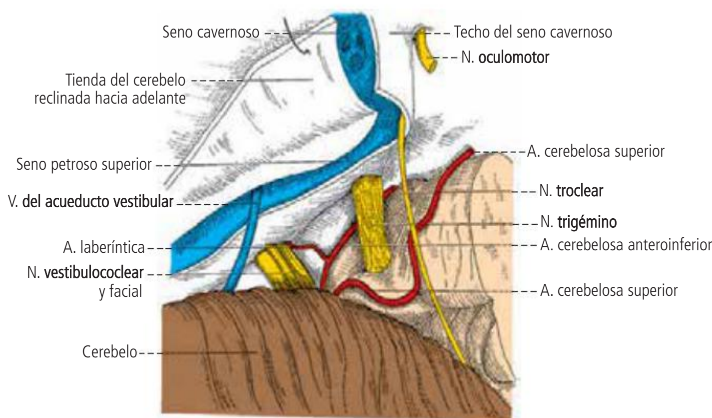


Fig. 50-3. Ángulo pontocerebeloso, lado izquierdo. Vista superior.

Vías cocleares

Están formadas por diversas estructuras que son las responsables de conducir los sonidos del medio externo hasta las áreas corticales de la audición.

Órgano espiral [de Corti]

Es el órgano **receptor**. Está constituido por las células de Corti, que son las encargadas de percibir a través de sus **estereocilios** las vibraciones generadas por las diferencias de presión entre las rampas vestibular y timpánica. Estas vibraciones se transforman en impulsos eléctricos, que se transmiten a la neurona bipolar.

Neurona periférica

La neurona periférica (bipolar) se localiza en el oído interno, y su cuerpo celular está ubicado en el **ganglio espiral** de la cóclea. Sus fibras forman el nervio coclear, y sus axones terminan en los núcleos cocleares (**fig. 51-1**).

Núcleos cocleares

Existe un **núcleo coclear ventral** en las proximidades de la cara lateral del pedúnculo cerebeloso inferior, y un **núcleo coclear dorsal**, situado en el receso lateral del cuarto ventrículo. La segunda neurona ubica su cuerpo celular en estos núcleos cocleares. Sus fibras eferentes:

- Si provienen del **núcleo coclear ventral**, se dirigen medialmente al puente, donde forman el **cuerpo trapezoide**. Mientras que algunas fibras permanecen homolaterales, otras franquean el plano mediano. Algunas de ellas hacen conexión en el **núcleo olivar superior**, homolateral o contralateral.
- Si provienen del **núcleo coclear dorsal**, rodean el cuerpo restiforme (pedúnculo cerebeloso inferior) por su cara posterior y, llegando al plano mediano, forman las **estrías medulares** (dorsal e intermedia) en el piso del cuarto ventrículo. Estas se reúnen en el núcleo olivar superior homolateral o contralateral.

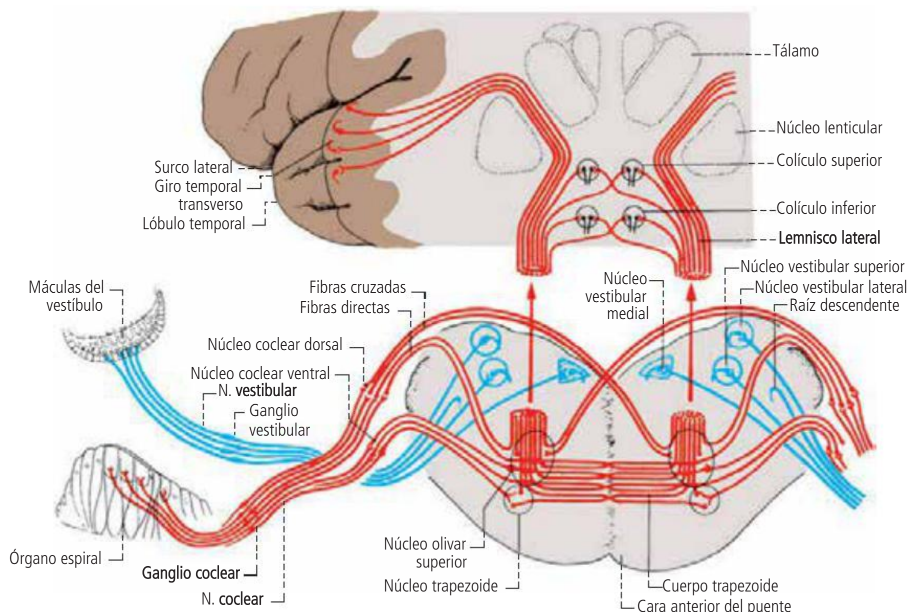


Fig. 51-1. Vía auditiva, nervio coclear (según Pitres y Testut).

Fibras que tienen estación o no en los núcleos olivares superiores

Constituyen el **lemnisco lateral** [cinta de Reil lateral]; está situado lateralmente al lemnisco medial y pasa del puente al mesencéfalo, se inclina hacia atrás y llega, lateralmente, al colículo inferior.

Centros auditivos primarios

El **colículo inferior** es a la vez un centro auditivo y de pasaje.

Centro. El centro recibe las **fibras cortas** del lemnisco lateral. Estas hacen conexión en dirección de los centros inferiores y constituyen una **vía refleja** a través del **fascículo longitudinal dorsal** (un ruido puede suscitar un movimiento reflejo de la cabeza o de los ojos).

Fibras largas. Las fibras largas del lemnisco lateral pasan directamente al **brazo del colículo inferior**, que las conduce al **cuerpo geniculado medial**, donde encuentran el cuerpo celular de la tercera neurona. Es la **vía sensitiva** propiamente dicha. A partir del cuerpo geniculado medial, las fibras de la tercera neurona forman la radiación acústica que pasa debajo del tálamo y, luego, por el **segmento sublenticular de la cápsula interna** para llegar a la corteza del lóbulo temporal.

Centros corticales

La cuarta neurona es cortical. Las áreas corticales auditivas primarias están situadas en los **giros temporales transversos** [de Heschl] (áreas 41 y 42 de Brodmann), en el labio inferior del surco lateral, por encima de la parte media del giro temporal superior.

Vías vestibulares

Conectan el aparato vestibular con el cerebelo; son las vías responsables del sentido del equilibrio estático y cinético (**fig. 52-1**). Se originan a nivel de los **receptores laberínticos**, representados por:

- Las **crestas ampulares** de los conductos semicirculares, receptores del equilibrio cinético.
- Las **máculas del utrículo y del sáculo**, receptores del equilibrio estático.

El **nervio vestibular** une estos receptores laberínticos con los **núcleos vestibulares** ubicados en el piso del cuarto ventrículo.

Neurona periférica

Su cuerpo celular se encuentra en el **ganglio vestibular**, que contiene células bipolares y las fibras que le llegan provienen del laberinto membranoso. El ganglio vestibular se ubica en el extremo lateral del conducto auditivo interno y recibe una porción superior y una porción inferior del nervio vestibular. La porción superior es la mayor y proviene del utrículo y de las crestas ampulares anterior y lateral. La porción inferior proviene del sáculo y de la cresta ampular posterior.

Las fibras que salen del ganglio constituyen el **nervio vestibular**, que, junto con el nervio coclear, forma el octavo nervio craneal. Luego de recorrer el conducto auditivo interno y el ángulo pontocerebeloso, llega al tronco del encéfalo, a nivel del **surco medulopontino**, donde se divide en fibras ascendentes y descendentes, para llegar a los **núcleos vestibulares**.

Centros vestibulares de la médula oblongada

Están situados en el piso del cuarto ventrículo, en el **área vestibular** [ala blanca externa]. Los **núcleos vestibulares** son cuatro: **medial**, **lateral**, **superior** e **inferior**.

Las **fibras ascendentes** del nervio vestibular terminan en el **núcleo vestibular medial**, en el **núcleo vestibular lateral** [de Deiters] y en el **núcleo vestibular superior** [de Betcherew].

Las **fibras descendentes** del nervio vestibular terminan en el **núcleo vestibular inferior**, y algunas fibras van directamente al cerebelo a nivel del flóculo y del nódulo, a través del pedúnculo cerebeloso inferior (cuerpo yuxtarrestiforme).

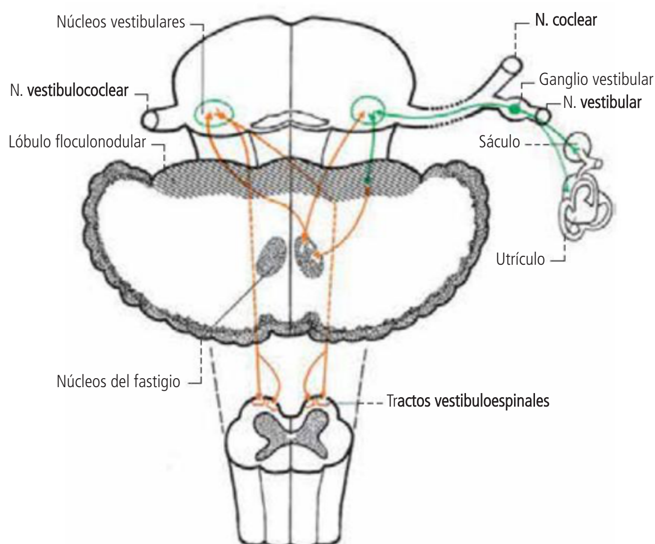


Fig. 52-1. Vías arquicerebelosas.

Conexiones de los núcleos vestibulares

Las **segundas neuronas de la vía vestibular**, partiendo desde los núcleos vestibulares, se orientan en diferentes direcciones:

- **Hacia el cerebelo** (vestibulocerebelo [archicerebelo]): las fibras constituyen el **tracto vestibulocerebeloso** que recorre el pedúnculo cerebeloso inferior. Terminan en la **corteza cerebelosa** a nivel del **nódulo**, del **flóculo** y de la **úvula**. Después de esta estación, la vía llega a los **núcleos del fastigio** [del techo], donde hacen una nueva conexión y se dirigen a los núcleos vestibulares y a la formación reticular.
- **Hacia la médula espinal:** constituyen los **tractos vestibuloespinales**. El **tracto vestibuloespinal lateral**, que proviene del núcleo vestibular lateral, desciende hacia las motoneuronas de los músculos antigravitatorios de todos los niveles espinales. Desciende en sentido homolateral por la parte anterior del cordón lateral de la médula espinal. El **tracto vestibuloespinal medial** proviene del núcleo vestibular medial y desciende por el fascículo longitudinal medial; llega bilateralmente a la médula espinal de los niveles cervicales, para la inervación de músculos que mueven la cabeza.
- **Hacia los centros superiores:** se distinguen las **fibras mesencefálicas** que, a través del **fascículo longitudinal medial**, se dirigen hacia los núcleos oculomotores. También se encuentran proyecciones hacia la corteza cerebral, a través del tálamo y proyecciones hacia la formación reticular, los núcleos vestibulares contralaterales y el oído interno.

3. SENTIDO DEL TACTO Tegumento común. Sentido del tacto

53

La **piel** es, al mismo tiempo que la envoltura del cuerpo, un órgano de los sentidos. Contiene estructuras receptoras que registran las impresiones táctiles, térmicas y dolorosas; por lo tanto, no es solo el órgano sensorial del tacto.

Se diferencian sus anexos: glándulas sudoríparas y sebáceas, pelos, uñas, tejido subcutáneo y músculos cutáneos.

Características generales

La piel cubre todo el cuerpo, pero, debido a los pliegues que presenta, su **superficie** es mucho mayor. Se puede ponderar en 16 000 cm^2 promedio, aunque ese valor varía según cada persona. Se utilizan diversas tablas establecidas en función del sexo, de la talla y del peso para poder determinar esos valores. Esto es muy importante en casos de quemaduras de piel.

La piel forma una cubierta continua, excepto a nivel de los orificios naturales, en los cuales se continúa con las diversas mucosas. Su **espesor** es variable; es máximo en la región dorsal, en la cabeza y en la planta del pie. Presenta una considerable **resistencia** a la tracción, condicionada a su elasticidad. Su **color** varía con la región del cuerpo, la edad y la cantidad de pigmento (melanina) que contenga. También depende de la circulación sanguínea. En estados o procesos patológicos puede adoptar otros tintes, por ejemplo, amarillento (ictericia).

Descripción

Cara superficial. Está marcada por eminencias separadas por surcos o pliegues.

A. Eminencias propias de la piel: son las papilas de la dermis, muy desarrolladas en la palma de las manos y en la planta de los pies.

B. Surcos o pliegues: se distinguen los **surcos interpapilares**, aquellos que separan las papilas de la dermis (así se forman las líneas concéntricas de las impresiones digitales), los **pliegues de locomoción** yuxtaarticulares, los pliegues de flexión de la articulación radiocarpiana, las líneas de la mano, etc., y los pliegues seniles o arrugas, signos de vejez.

En los pliegues y en la superficie de la piel se abren numerosos poros de las glándulas sudoríparas, pelos y glándulas sebáceas.

Por otra parte, la superficie de la piel traduce los relieves subyacentes, como los relieves musculares u óseos, canales vasculares, etc., cuyo estudio concierne a la **anatomía de superficie**. Al contacto de los relieves esqueléticos, las fricciones pueden provocar la formación de bolsas serosas subcutáneas.

La superficie cutánea puede estar modificada por:

- La aparición de folículos pilosos salientes (piel de gallina).
- El desarrollo de espesamientos (callosidades profesionales) o de tumores variados (benignos o malignos).
- Alteraciones patológicas.

Cara profunda. Está en contacto con el tejido subcutáneo por medio de fibras conectivas, a veces muy densas, que modifican el aspecto exterior de la piel.

Constitución anatómica

La piel tiene origen ectodérmico. Está compuesta por:

- La **epidermis**, constituida por células estratificadas, que se regeneran en la profundidad y se eliminan en la superficie, por lo que se renuevan constantemente; de ahí su elevado poder de cicatrización.
- La **dermis**, subyacente a la epidermis, contiene la red capilar y las formaciones nerviosas. Es densa, formada por fibras conectivas orientadas en el sentido de las **líneas de tensión** [líneas de Langer] (**fig. 53-1**).

Las líneas de tensión están en función de la extensibilidad de la piel. Los pliegues son las verdaderas líneas de tensión; la tensión a través de ellos debe ser virtualmente nula, de lo contrario no se habrían producido. Su conocimiento resulta útil al cirujano; las incisiones cutáneas y su sutura deben respetar, tanto como sea posible, las líneas de fuerza de la piel para lograr la mejor cicatrización. Las heridas paralelas a los pliegues, al ser suturadas, están a la menor tensión posible en ese sitio.

Anexos de la piel

Glándulas sudoríparas. Son glándulas tubulares, arrolladas sobre sí mismas. Están diseminadas en toda la piel, pero son más numerosas en la axila, la palma de la mano, la frente, etcétera.

Glándulas sebáceas. Son glándulas en racimo, casi siempre anexadas a los pelos, a los que humectan con su secreción. No existen en la superficie de la palma de las manos y los dedos, ni en la planta de los pies y los dedos. Pueden originar quistes sebáceos.

Pelos. Son producciones epidérmicas, filiformes y suaves, que poseen una raíz con un bulbo hundido en el **folículo piloso** intradérmico y que presentan un tallo libre. Su distribución varía según el sexo. Existen desde el nacimiento en el cuero cabelludo, pero se desarrollan además en el momento de la pubertad en el pubis, el tronco, las axilas y la cara. Ralean en la vejez.

Uñas. Las uñas de los dedos de las manos y de los dedos de los pies están formadas por células epiteliales córneas que se aplican sobre la **matriz ungueal** (**fig. 53-2**). La parte proximal de este lecho o matriz es la responsable del crecimiento de la uña, y se encuentra muy vascularizada. Este crecimiento es continuo.

Tela subcutánea y músculos cutáneos. La tela subcutánea está formada por el **panículo adiposo**, cuyo espesor y consistencia son muy variables. Este tejido está atravesado por los nervios y vasos de la piel. Se adhiere más o menos en profundidad a

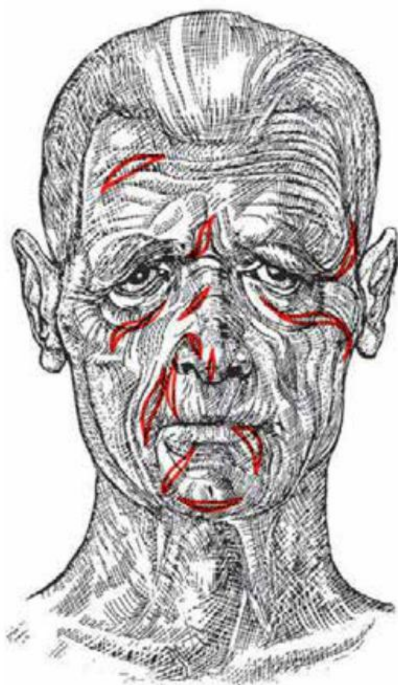


Fig. 53-1. Líneas de tensión de la piel [líneas de Langer]. Las líneas de tensión mínima de la piel de la cara según Kraiss y Conway. En las personas de edad avanzada, las arrugas se ubican siguiendo las líneas de tensión de la piel.

la fascia de revestimiento superficial. En el espesor de este tejido se encuentran a veces músculos llamados cutáneos, que se extienden desde un hueso o una fascia hasta la cara profunda de la dermis. Estos músculos, poco desarrollados en el hombre, están muy desarrollados en la mayor parte de los mamíferos.

Inervación

Es sensitiva (aferente) y simpática (eferente) (**fig. 53-3**). Las sensaciones del tacto, de la temperatura y del dolor son captadas por los **receptores (exteroceptores)** que se distinguen en:

- Corpúsculos subdérmicos: lamelares [de Vater o de Pacini] y sensitivos fusiformes [de Ruffini]; estos últimos son más profundos.
- Corpúsculos táctiles ovoideos [de Meissner], intradérmicos.
- Terminaciones nerviosas libres en la dermis y en la epidermis.

Además de estas terminaciones, también hay nervios motores, de origen vegetativo, destinados a los pequeños músculos erectores de los pelos y a los vasos de la piel (sistema vasomotor).

En la piel se encuentra el origen de las fibras nerviosas "somatosensitivas", cuyo cuerpo neuronal está situado en el ganglio espinal.

Los territorios radiculares de la sensibilidad cutánea (dermatomas) se han expuesto en la **Sistematización de la médula espinal**.

Vascularización

Arterias. La piel tiene una única vascularización arterial. Mme. Bellocq y Salmon realizaron una descripción precisa (**fig. 53-4**). Existen dos tipos de arterias (Ricbourg):

A. Musculocutáneas: provenientes de la profundidad, atraviesan la fascia de revestimiento antes de penetrar en el plano subcutáneo; son las más numerosas, sobre todo en los miembros.

B. Cutáneas: cuyo trayecto está enteramente situado en el plano subcutáneo; de este tipo es, por ejemplo, la arteria epigástrica superficial.

A partir del plano subcutáneo, las arteriolas constituyen un **plexo subdérmico** unido a una red superficial, el **plexo supradérmico** cuyas ramas llegan a las papilas de la dermis.

Las arteriolas están ampliamente anastomosadas entre sí, sea en la dermis o aun a nivel de las papilas. Esas anastomosis son más raras en el recién nacido que en el adulto, y disminuyen con la edad.

Las arterias de la piel disponen de una rica inervación que las hace reaccionar (vasomotricidad) a las excitaciones cutáneas, en especial, las térmicas.

Venas. Satélites de las arterias, constituyen plexos idénticos. Llegan a las venas **subcutáneas**, mucho más numerosas y voluminosas que las arterias homólogas, sobre todo en los miembros. Existe también un drenaje venoso profundo de la piel, por venas que atraviesan las fascias de envoltura musculares.

Linfáticos. Una rica red rodea la base de las papilas dérmicas donde se reúnen los linfáticos centrales (uno por papila). Esta red se enriquece con los vasos provenientes de las glándulas sebá-

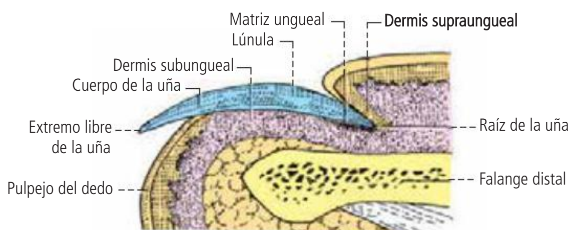


Fig. 53-2. Uña, corte sagital.

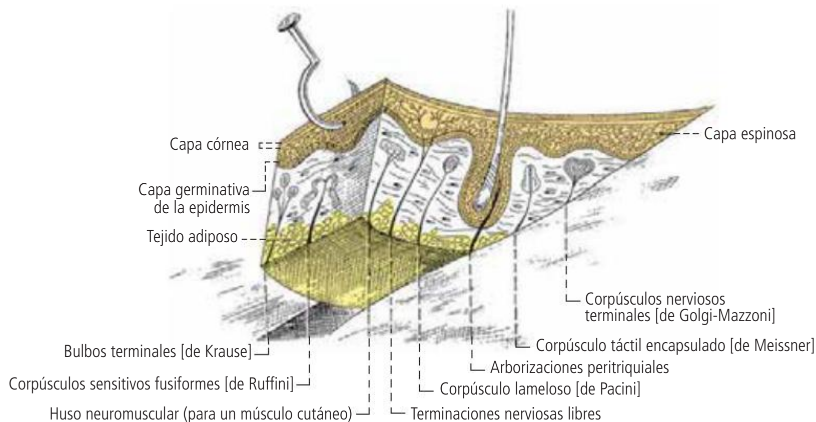


Fig. 53-3. Receptores sensitivos de la piel (según Cambier).

ceas y sudoríparas, que se reúnen con las redes linfáticas subcutáneas. Cada territorio cutáneo tiene sus linfáticos recogidos por un grupo de nodos linfáticos bien definidos (véase **tomo 2**).

Anatomía funcional

Órgano del sentido del tacto. En la piel se originan las **sensaciones táctiles** o de contacto. Las sensaciones pueden ser finas (epicríticas) o más groseras (protopáticas) y son transmitidas al sistema nervioso central por los **nervios sensitivos** (centrípetos). Las fibras que conducen estas sensaciones llegan al neuroeje por la **raíz posterior de la médula espinal** correspondiente. Se describieron las topografías radiculomedulares de los diversos dermatomas del cuerpo humano. En la cara y la cabeza, son las fibras sensitivas de los nervios craneales las que transmiten los impulsos nerviosos centrípetos. Las **áreas corticales primarias** de la sensibilidad táctil consciente están en el **giro poscentral** (áreas 3, 1, 2 de Brodmann).

Sensibilidad nociceptiva (dolor, temperatura). Por un camino similar, y hacia las mismas áreas corticales, en la piel se originan las sensaciones de **temperatura** y de **dolor** (termoalgesia), que no sólo son una fuente de información, sino también el origen de reflejos y de reacciones de defensa.

Acción termorreguladora. La piel protege, además, al cuerpo del calor y del frío, no solamente por su espesor y por su revestimiento adiposo profundo, sino también por la excreción del **sudor**.

Acción metabólica. Por medio de la excreción sudoral, la piel contribuye al equilibrio **hídrico** del plasma. Por otra parte, se opone a la salida al exterior de los líquidos del organismo (sangre, plasma). Las heridas cutáneas amplias (hemorragias), las quemaduras extensas, demuestran la importancia de esta acción.

La exposición de la piel a la radiación ultravioleta es uno de los pasos metabólicos necesarios para la formación de vitamina D3.

En el ser vivo. El aspecto de la piel traduce claramente la edad y el estado de salud (arrugas, palidez, rubicundez, ictericia, cianosis).

Por último, el poder de **regeneración** de la piel permite la **cicatrización** de las heridas, así como la toma de **injertos** libres o de **colgajos pediculados**, utilizados en cirugía plástica y reparadora. El éxito del injerto pediculado depende de la integridad de su pedículo arteriovenoso.

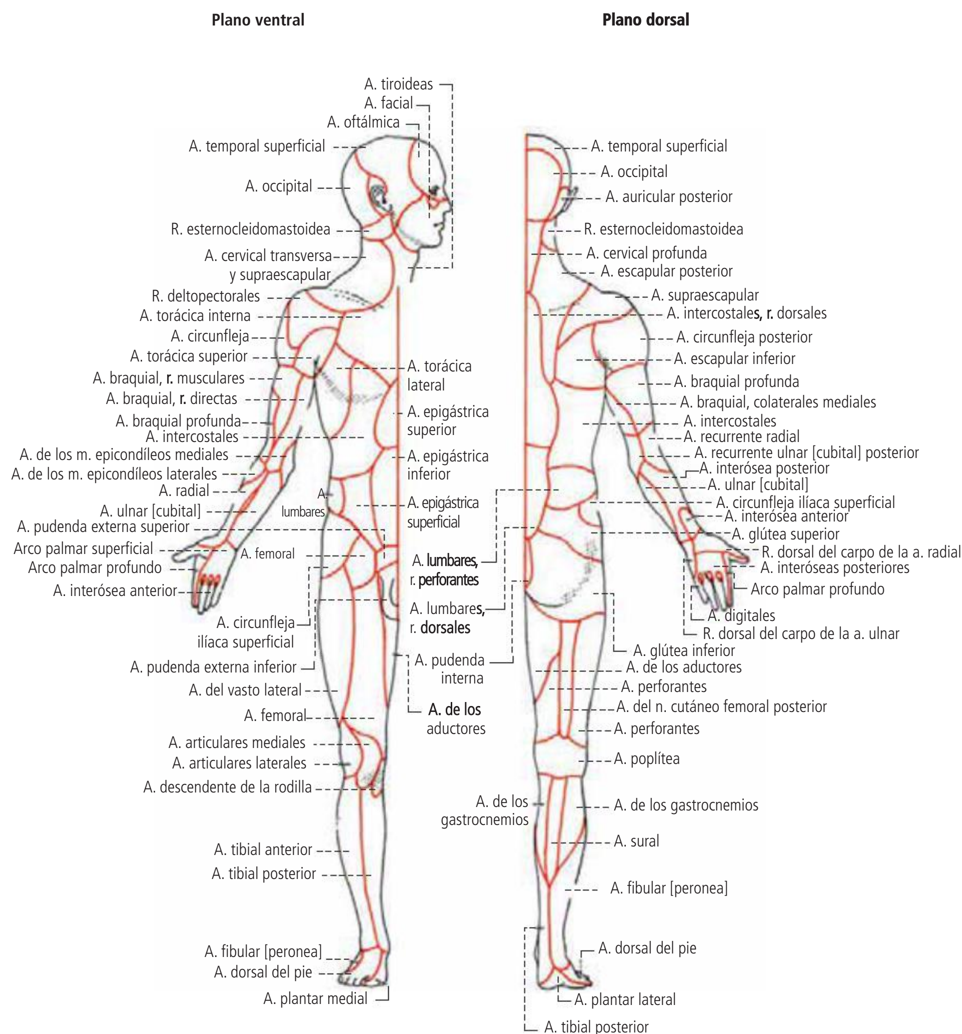


Fig. 53-4. Territorios arteriales cutáneos (según M. Salmon).

Miembro superior

XI

Véase **Guía topográfica:** *Miembros superiores*

Huesos del miembro superior

54

El ser humano posee cuatro miembros: **dos miembros superiores**, que utiliza esencialmente para la prensión, y **dos miembros inferiores**, destinados a la locomoción. El estudio del esqueleto de esos miembros demuestra su adaptación exacta a las funciones que les corresponden.

El miembro superior está constituido por dos segmentos:

A. La **cintura pectoral**: escápula y clavícula.
B. La **porción libre del miembro superior**: húmero, radio, ulna [cúbito] y huesos del carpo, el metacarpo y los dedos.

CINTURA PECTORAL

Está constituida por dos huesos: la **clavícula** por adelante y la **escápula** por atrás.

Clavícula

Es un hueso alargado, extendido desde el esternón a la escápula.

Posición

Colocar medialmente a su extremidad más gruesa; inferiormente a la cara ligeramente cóncava; ventralmente, el borde convexo próximo a la extremidad medial.

Descripción

Recurvada en forma de S itálica (*S*), presenta dos caras, dos bordes y dos extremidades.

A. Cara superior: es subcutánea, fácil de explorar (**fig. 54-1**). Casi plana en su tercio lateral, es convexa ventralmente en sus dos tercios mediales. Lisa en su parte media, donde no presenta ninguna inserción muscular, tiene en su parte medial rugosidades de inserción para el músculo esternocleidomastoideo y en su mitad anterior, para la porción clavicular del músculo pectoral mayor; en su parte lateral, atrás para el músculo trapecio y adelante para la porción clavicular del músculo deltoides.

B. Cara inferior: es más accidentada que la precedente (**fig. 54-2**). En ella se observan, de medial a lateral, los siguientes relieves: la impresión del **ligamento costoclavicular**, el surco para el **músculo subclavio**, la tuberosidad para el **ligamento coracoclavicular** (tubérculo conoideo y línea trapezoidea) y el **foramen nutricio** del hueso dirigido oblicuamente hacia el extremo lateral de la clavícula: **extremidad acromial**.

C. Borde anterior: sinuoso y redondeado, da inserción por sus dos tercios mediales a la porción clavicular del **músculo pectoral mayor**. Su tercio lateral, desigual y rugoso, da inserción a la porción clavicular del **músculo deltoides**.

D. Borde posterior: igualmente sinuoso, es más saliente. En sentido medial, se inserta el fascículo clavicular del **músculo esternocleidomastoideo**, el que prolonga sus inserciones hacia la cara superior. Lateralmente, se inserta el **músculo trapecio** que, como el precedente, invade, en parte, la cara superior del hueso. Este borde se relaciona en forma más o menos inmediata con el contenido de la **fosa supraclavicular mayor** (triángulo omoclavicular).

E. Extremidad esternal: voluminosa, presenta una carilla articular esternal (**figs. 54-2** y **54-3**). Esta posee dos planos: uno vertical y otro horizontal, este último de dimensiones más reducidas. En la parte posterior de la extremidad medial, se inserta el fascículo clavicular del **músculo esternohioideo**.

F. Extremidad acromial: es aplanada de arriba hacia abajo y prolongada hacia atrás terminando lateralmente por una pequeña superficie oval con eje mayor anteroposterior que se articula con el acromion de la escápula, **carilla articular acromial** (**figs. 54-2** y **54-3**).

Estructura

La clavícula, a pesar de su aspecto general, posee una estructura semejante a la de un hueso plano (**fig. 54-3**). Carece de canal medular netamente individualizado. La capa ósea que constituye la cortical es muy gruesa. Sus dos extremidades están constituidas en gran parte por tejido esponjoso.

Es un hueso sólido y resistente; su situación superficial lo expone a los traumatismos, de allí la frecuencia de sus fracturas, pero estas consolidan en un corto tiempo.

Anatomía radiológica

La radiografía anteroposterior de la clavícula interesa al mismo tiempo la parte superior del tórax. La porción medial de la clavícula se superpone a las costillas superiores. Por debajo de su borde inferior se proyecta el fondo de la fosa supraclavicular mayor y el vértice del tórax (**fig. 54-4**).

Desarrollo

Un punto primitivo que aparece hacia la 4.ª semana asegura la osificación del hueso, casi enteramente, a partir de un esbozo

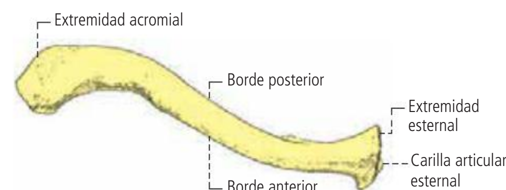


Fig. 54-1. Clavícula derecha, vista superior.

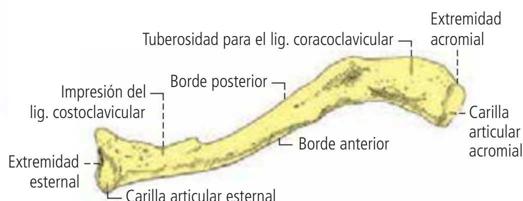


Fig. 54-2. Clavícula derecha, vista inferior.

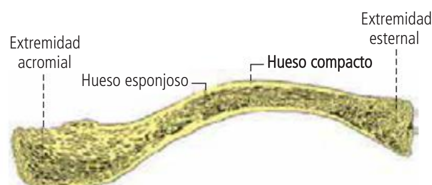


Fig. 54-3. Corte longitudinal de la clavícula.

fibroconectivo del cual solo las extremidades pasan por una fase cartilaginosa. Un punto secundario, tardío, osifica la extremidad esternal.

Escápula

La escápula es un hueso plano triangular, que se apoya sobre la parte superior, posterior y lateral de la caja torácica, frente a la cual posee una gran movilidad.

Posición

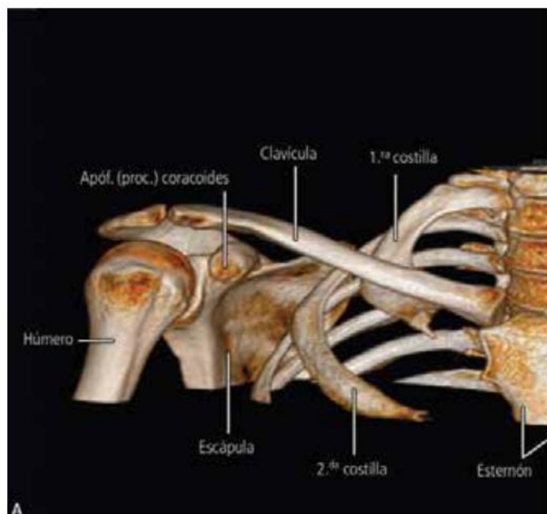
Colocar ventralmente su cara cóncava; inferiormente, el vértice agudo con punta redondeada; lateralmente, la cara articular coronada por dos salientes óseas.

Descripción

Se describen dos caras, tres bordes y tres ángulos.

A. Cara costal: es cóncava hacia adelante, en los dos planos, vertical y transversal: es la **fosa subescapular**, donde se inserta el **músculo subescapular**, el que marca su inserción por dos o tres crestas oblicuas (**fig. 54-5**). A lo largo del borde medial de esta cara, por encima y por debajo, se observan dos superficies triangulares donde se insertan fascículos musculares del **serrato anterior**.

B. Cara posterior: es convexa dorsalmente (**fig. 54-6**). De la unión de su cuarto superior con sus tres cuartos inferiores, se destaca casi en ángulo recto una saliente voluminosa: la **espina de la escápula**, dirigida en forma oblicua atrás, arriba y lateralmente. En sentido medial, se pierde hacia el borde medial del hueso en una pequeña superficie triangular. Lateralmente, por el contrario, se eleva y espesa cada vez más y se separa por completo del cuerpo del hueso, para terminar en una amplia saliente en forma de paleta: el **acromion**. Este presenta: una **cara superior**, cribada de forámenes vasculares, situada directamente debajo de la **piel**; una **cara inferior**, cóncava, que sobremonta la articulación **glenohumeral**; un **borde lateral**, grueso y rugoso, donde se insertan los fascículos medios del **deltoides**; un **borde medial**, más delgado, que presenta la carilla articular para la **clavícula**, una **extremidad lateral**, donde se inserta el **ligamento coracoacromial**. La **espina de la escápula**, aplanada de arriba hacia abajo, presenta **dos caras**, **superior** e **inferior** para in-



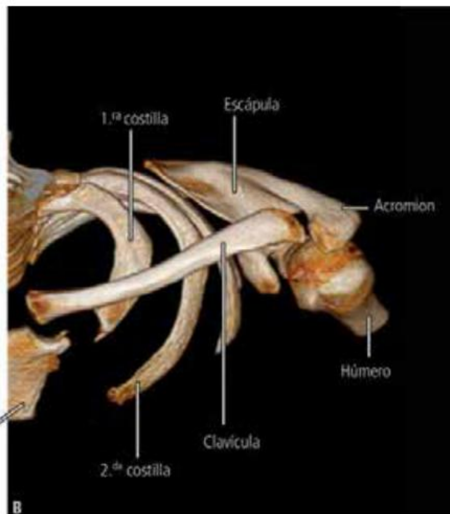


Fig. 54-4. Reconstrucción tridimensional de tomografía computarizada de los huesos del extremo proximal del miembro superior y parte superior del tórax. **A.** Vista anterior del lado derecho. **B.** Vista anterosuperior del lado izquierdo.

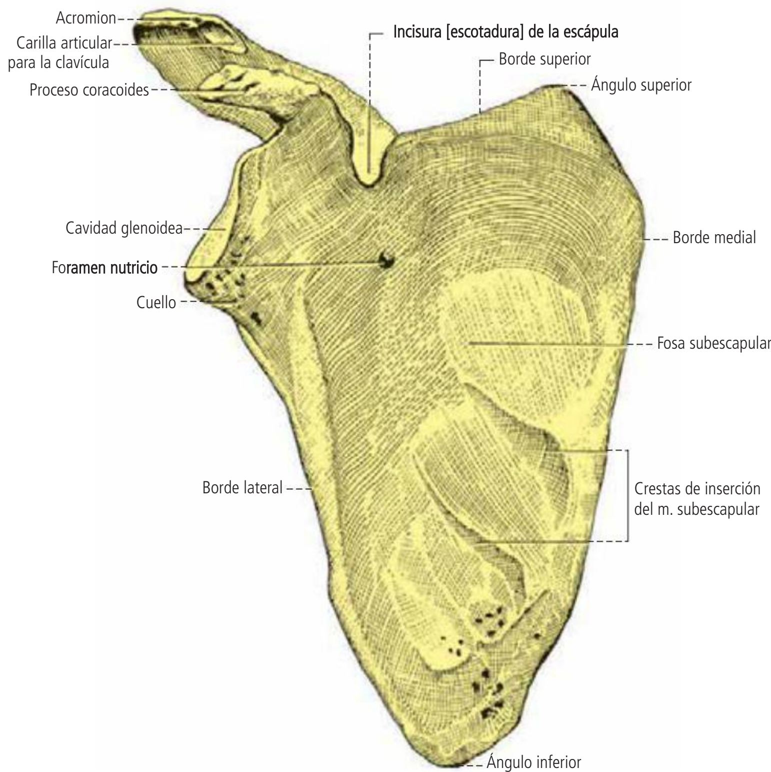


Fig. 54-5. Escápula derecha vista por su cara costal.

serciones musculares (músculos supraespinoso e infraespinoso); un **borde anterior**, que forma cuerpo con el hueso; un **borde lateral**, cóncavo y obtuso, orientado hacia la articulación glenohumeral; un **borde posterior**, ancho y rugoso. El borde posterior de la espina da inserción a dos músculos muy potentes: en el labio superior, al **músculo trapecio**; en el labio inferior, en la parte lateral, al **músculo deltoides**. La implantación de la espina en la cara posterior de la escápula delimita dos fosas de diferente importancia: la **fosa supraespinosa** y la **fosa infraespinosa**; en ellas se insertan respectivamente los músculos **supraespinoso** e **infraespinoso**. La fosa infraespinosa es la más amplia de las dos; su pared es delgada en el centro, pero lateralmente se engrosa (borde lateral o axilar), estando limitada por una **cresta longitudinal**, más allá de la cual se encuentra una **superficie rugosa** dividida por una cresta oblicua, muy marcada, que separa las superficies de inserción del músculo **redondo menor,** superiormente y del músculo **redondo mayor**, inferiormente. Las dos fosas, supraespinosa e infraespinosa, se comunican a la altura del borde lateral de la **espina de la escápula**.

C. **Borde medial:** rectilíneo y casi vertical, por encima de la implantación de la espina es oblicuo hacia arriba y lateralmente; por debajo de ella es vertical, ligeramente incurvado en sentido lateral. Delgado, se encuentra cubierto por las inserciones: del **serrato anterior** en su parte anterior; del **supraespinoso** e **infraespinoso**, en su parte posterior. Entre las inserciones previamente descritas se insertan: arriba, el músculo **elevador de la escápula** y en el resto de la extensión del borde medial, los músculos **romboides menor** y **mayor**.

D. **Borde lateral:** delgado desde abajo, se espesa a partir de su parte media para expandirse bajo la **cavidad glenoidea** en una pequeña superficie triangular, la **superficie infraglenoidea**; aquí se observa el **tubérculo infraglenoideo**, donde se inserta la **cabeza larga del músculo tríceps braquial** (**fig. 54-7**). Sobre la vertiente posterior de este borde, hacia la cara posterior, se insertan los músculos **redondos menor** y **mayor**.

E. **Borde superior:** delgado y cortante, es oblicuo abajo y lateralmente. Termina en la **incisura [escotadura] de la escápula**, en el borde medial de la cual se inserta el **vientre inferior del omohioideo** (músculo del cuello). Un pequeño ligamento convierte la escotadura de la escápula en el foramen por el cual pasa el **nervio supraescapular**.

F. **Ángulos.** Estos son:
   - **Superior**, formado por la unión del borde superior con el borde medial o espinal. En él se inserta el **músculo elevador de la escápula**, que en buena medida determina su forma.
   - **Inferior**, constituido por la unión del borde medial con el borde lateral. Sobre él se desliza el músculo dorsal ancho y

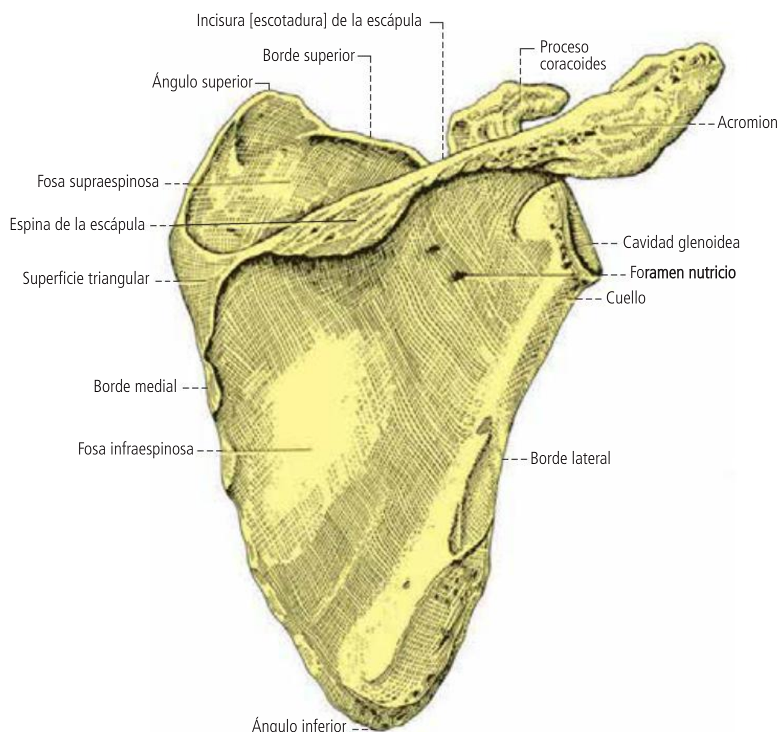


Fig. 54-6. Escápula derecha vista por su cara posterior.

en él convergen las potentes inserciones del músculo infraespinoso, del músculo romboides mayor y del fascículo inferior del serrato anterior.

– **Lateral:** este presenta dos formaciones importantes: la **cavidad glenoidea** y el **proceso [apófisis] coracoides**. La **cavidad glenoidea**, de forma oval, con eje mayor vertical, está orientada lateralmente. Es una superficie articular por la cual la escápula se pone en contacto con el húmero. Poco cóncava, su excavación no es suficiente como para contener a la cabeza del húmero. Por ello, en estado fresco está rodeada por un labrum fibrocartilaginoso (véase **Articulación glenohumeral**). La cavidad glenoidea está unida al cuerpo de la escápula por una porción más o menos estrecha: el **cuello de la escápula**. En la parte superior de la cavidad, pero lateral a esta, se inserta la **cabeza larga del músculo bíceps braquial**. En el espacio comprendido entre la cavidad glenoidea y la incisura [escotadura] de la escápula se destaca una saliente ósea con forma de un pico potente: el **proceso [apófisis] coracoides**. En su comienzo oblicuo hacia arriba y adelante, amplio y abultado, este proceso se acoda hacia abajo y en sentido lateral adelgazándose ligeramente en su extremo. Se considera que tiene: una **base** ancha que forma cuerpo con el hueso; un **ápice** romo y redondeado donde se insertan los músculos: **pectoral menor**, la cabeza **corta del bíceps braquial** y **coracobraquial**; una **cara superior**,

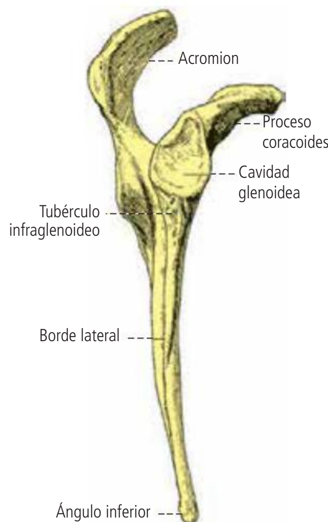


Fig. 54-7. Escápula, vista lateral.



Fig. 54-8. **Radiografía posteroanterior del hombro derecho.** Se observa la escápula completa.

rugosa, donde se inserta el **ligamento coracoclavicular**; una **cara inferior**, que mira a la articulación; un **borde lateral**, donde se inserta el **ligamento coracoacromial**; un **borde medial**, donde se inserta el **pectoral menor** y una expansión del músculo subclavio.

Estructura

Hueso plano y delgado, la escápula está esencialmente constituida por tejido óseo compacto, que contiene, sin embargo, una capa intermedia de hueso esponjoso a nivel de la espina, del acromion y, sobre todo en la base de la cavidad glenoidea, el **cuello de la escápula**.

Anatomía radiológica

La situación del hueso, por detrás del tórax, hace difícil su exploración radiológica (**fig. 54-8**). La ubicación de la escápula exige incidencias especiales, excepto para el ángulo lateral, que se observa muy bien en proyección anteroposterior tanto como lateral. La elevación del brazo a la posición vertical permite ver el proceso coracoides.

Desarrollo

Sobre un molde cartilaginoso, un punto primitivo aparece en el centro del esbozo más o menos al 50.º día. Este punto osifica la mayor parte de la escápula. Pero siete puntos secundarios completan el desarrollo: dos para el proceso coracoides, dos para la cavidad glenoidea, uno para el acromion, uno para el ángulo inferior y uno para el borde medial.

Anatomía de superficie de los huesos de la cintura pectoral

La **clavícula** es muy superficial, se la puede apreciar y palpar en toda su longitud. Constituye una referencia de primer orden para todas las regiones vecinas: cervicales, torácicas, deltoidea. Su posición depende de los músculos que se insertan en sus bordes, así como de los que se insertan en la escápula a la cual ella está unida.

La **escápula** está cubierta casi por completo por masas musculares. Los puntos siguientes, sin embargo, se pueden percibir por palpación bajo la piel: el borde posterior de la **espina de la escápula**; el **acromion**, que corona la articulación glenohumeral; la punta del **proceso [apófisis] coracoides**; el **borde medial**; el **ángulo inferior**, por el cual se puede fijar o movilizar el hueso.

La posición de estos dos huesos comanda la posición del hombro y su forma: hombro caído, hombro hacia atrás. La presencia de la clavícula, arbotante escapulotorácico, separa y une el miembro superior al tórax, lo que le confiere un máximo de libertad de movimientos.

La extremidad proximal del **húmero** se encuentra oculta por masas musculares (véase **Húmero**).

PORCIÓN LIBRE DEL MIEMBRO SUPERIOR. HUESO DEL BRAZO

Húmero

El húmero es un hueso largo que presenta para su estudio un cuerpo o diáfisis y dos extremidades o epífisis: superior e inferior.

Posición

Colocar superiormente la extremidad que posee una cabeza redondeada; ventralmente el canal que separa las dos salientes de esta extremidad; en sentido medial, la superficie articular de la cabeza.

Descripción

Cuerpo

Es sensiblemente rectilíneo. Da una falsa impresión de **torsión** sobre su eje. Irregularmente cilíndrico en su parte superior, triangular en su parte media, es más irregular y ovalado en su parte inferior (**fig. 54-9**).

Se considera que tiene, por lo menos, en sus dos tercios inferiores, tres caras y tres bordes:

A. **Cara anterolateral** presenta, por encima de su parte media, una doble cresta rugosa: la **tuberosidad deltoidea** [V deltoidea] levantada por el **músculo deltoides**, que se inserta en su labio superior; el **músculo braquial** se inserta en el labio inferior; por debajo de esta impresión, esta cara está cubierta por el músculo braquial.
B. **Cara anteromedial:** es lisa; en su parte media presenta el **foramen nutricio** del hueso dirigido hacia el codo. Por encima de él, en el tercio superior del hueso, se observan rugosidades de inserción del **músculo coracobraquial**. Por encima de estas rugosidades, la cara anteromedial se relaciona con los tendones de los **músculos dorsal ancho** y **redondo mayor**; frente a ellos, y aplicada al borde anterior del hueso, se encuentra la parte distal del **surco intertubercular**; por debajo de la inserción del coracobraquial se inserta el **músculo braquial**.
C. **Cara posterior:** presenta una depresión, oblicua de arriba hacia abajo y de medial a lateral, denominada **surco para el nervio radial** [canal de torsión]. El hueso no está torcido

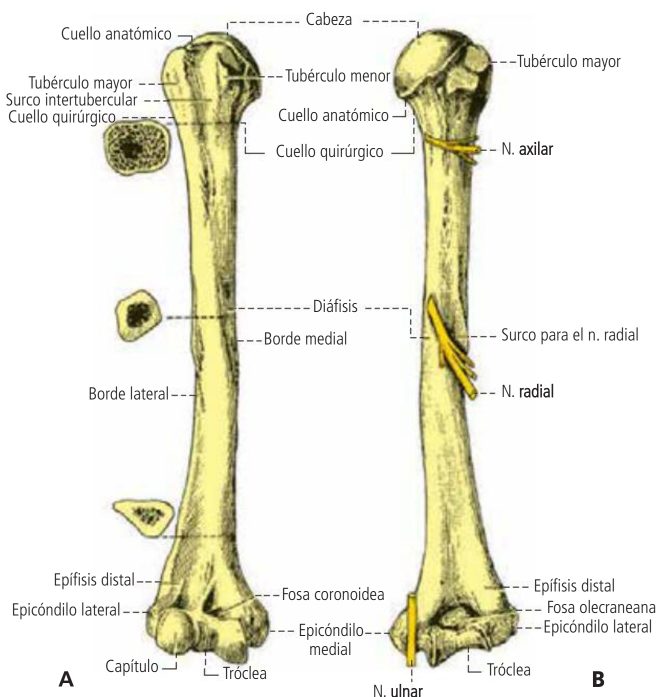


Fig. 54-9. **Húmero derecho. A. Cara anterior. B. Cara posterior. Se muestra la relación con los nervios: axilar, arriba; radial, en el medio, y ulnar [cubital], abajo.**

sobre su eje longitudinal, es el trayecto del voluminoso **nervio radial** el que determina esta impresión ósea. Junto con él pasa la **arteria braquial profunda**. A ambos lados de este surco se insertan: por arriba, la **cabeza lateral del músculo tríceps braquial**; por abajo, la **cabeza medial del mismo músculo**.

D. **Bordes:** están configurados de manera desigual; el **borde anterior**, denominado también línea áspera, es rugoso por arriba y se continúa con la **cresta del tubérculo mayor**; se vuelve obtuso hacia abajo, donde se bifurca en la parte inferior para delimitar la fosa coronoidea. El **borde lateral** está interrumpido por la parte baja del surco para el nervio radial, debajo de la cual el borde es más marcado (inserción del músculo braquiorradial). El **borde medial**, extendido a todo lo largo del hueso, al igual que el precedente, es más marcado en su parte inferior. En ambos bordes se insertan los **tabiques intermusculares lateral y medial del brazo**.

Extremidad superior

Participa en la constitución de la articulación glenohumeral (**fig. 54-10**). La porción propiamente articular es la **cabeza del húmero**: superficie redondeada, con forma de un tercio de esfera, es lisa, orientada en sentido medial, ligeramente superior y dorsal; su diámetro vertical es algo mayor que el anteroposterior. Inferior y lateralmente, la cabeza está limitada por el **cuello anatómico**, bien diferenciado en la parte anterior y superior. Levemente estrechado en la porción lateral de su mitad superior, separa a la cabeza de los **dos tubérculos**:

A. **Tubérculo menor** [troquín]: anterior y medial, presta inserción al **músculo subescapular**.

B. **Tubérculo mayor** [troquíter]: es más lateral y superior; en su parte posterosuperior se observan tres facetas de inserción muscular: superior, para el **músculo supraespinoso**; media, para el **músculo infraespinoso**; inferior, para el **redondo menor**.

Entre los dos tubérculos se encuentra un canal vertical y anterior, el **surco intertubercular** [corredera bicipital]. Este surco es recorrido por el **tendón de la cabeza larga del bíceps braquial**, y está limitado por dos crestas rugosas:

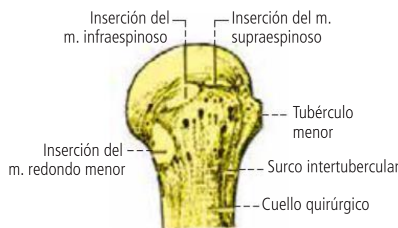


Fig. 54-10. **Extremidad superior (proximal) del húmero, vista lateral.**

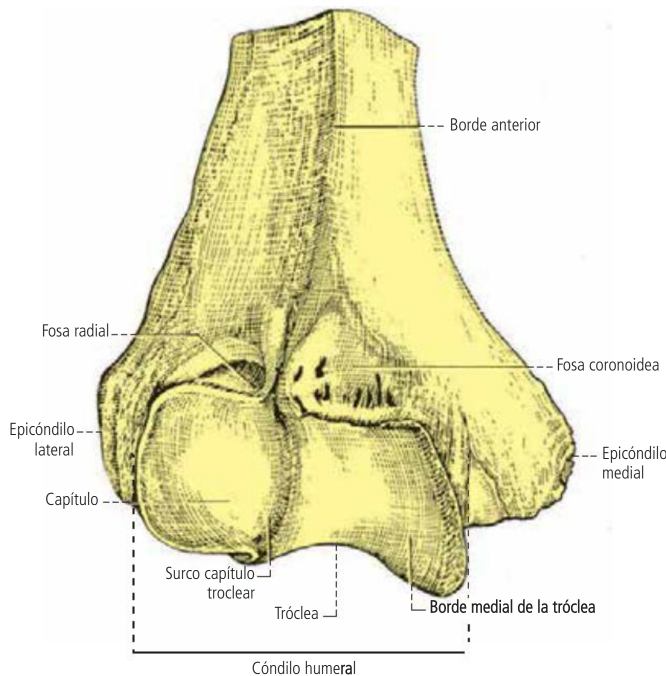


Fig. 54-11. Extremidad inferior (distal) del húmero, vista anterior.

A. **Cresta del tubérculo menor** [labio interno de la corredera]: desciende del tubérculo menor y da inserción a los músculos **redondo mayor** y **dorsal ancho**.
B. **Cresta del tubérculo mayor** [labio externo de la corredera]: desciende desde el tubérculo mayor y se continúa hacia abajo con el borde anterior del hueso; en él se inserta el tendón del **pectoral mayor**.

Se denomina **cuello quirúrgico**, en oposición al cuello anatómico, a una línea mal definida que marca el límite entre la epífisis superior y la diáfisis humeral.

Extremidad inferior

Participa en la articulación del codo (**fig. 54-11**). Aplanada de adelante hacia atrás, está extendida en sentido transversal. El conjunto de superficies articulares de la extremidad distal recibe el nombre de **cóndilo humeral**. La **superficie articular** se enfrenta a la ulna [cúbito], medialmente, y al radio, lateralmente. La parte medial de la superficie articular es la **tróclea del húmero**; estructurada en forma de polea, su borde medial desciende más que el lateral. La **garganta de la polea** se dirige en forma oblicua de arriba hacia abajo y en sentido lateromedial pasando de la cara anterior a la posterior del húmero. Lateralmente a la tróclea del húmero, se encuentra el **capítulo humeral**: saliente redondeada con desarrollo anterior e inferior, que no se ve en la cara posterior del hueso. Entre el capítulo y la tróclea del húmero se excava un pequeño **surco capitulotroclear**, también perteneciente a la articulación del codo.

Por encima de esas superficies lisas se excavan tres fositas: anterior y lateral, la **fosa radial.** Anterior y medial, la **fosa coronoidea**, más profunda que la precedente, situada por encima de la tróclea del húmero; la cabeza radial y el proceso [apófisis] coronoides vienen a alojarse allí, respectivamente, durante los movimientos de flexión del codo. Atrás se excava la **fosa olecraneana**, situada por encima de la tróclea; se corresponde al olécranon cuando el antebrazo se encuentra extendido sobre el brazo.

La fosa olecraneana y la fosa coronoidea están separadas solo por una delgada capa de tejido óseo: es un punto de menor resistencia, favorable a las fracturas, sobre todo en los niños.

Dos salientes marginales se encuentran en la extremidad inferior lateral, el **epicóndilo lateral** [epicóndilo], situado en la terminación del borde lateral del hueso. En este se insertan el ligamento colateral radial y la masa de los músculos epicondíleos laterales. Medialmente, el **epicóndilo medial** [epitróclea], situado medial y en un plano superior a la tróclea, es aplanado de adelante hacia atrás y más saliente que el epicóndilo lateral. En él termina el borde medial del hueso y da inserción al ligamento colateral ulnar, así como a los músculos epicondíleos mediales.

Estructura

Como todo hueso largo, el húmero posee un cuerpo formado por hueso compacto, en el centro del cual se encuentra una cavidad medular. Sus dos extremidades están constituidas por hueso esponjoso, condensado a nivel de las salientes yuxtaarticulares superiores e inferiores.

Fig. 54-12. **Radiografía posteroanterior del hombro derecho.** El brazo se encuentra en aducción. Se ve la cabeza del húmero articulada con la cavidad glenoidea de la escápula. Se observan el tubérculo mayor y el tubérculo menor del húmero.

Anatomía de superficie

El húmero está rodeado por un conjunto de importantes masas musculares. Su **extremidad proximal** se puede percibir a través de la masa del deltoides o del pectoral mayor. Su **extremidad distal** está oculta por adelante por los elementos de la región anterior del codo; por atrás, por la terminación del tríceps braquial y la masa ósea del olécranon. Los puntos de referencia de la extremidad distal son: en sentido lateral, el epicóndilo lateral, y en sentido medial, el epicóndilo medial, directamente perceptibles bajo la piel.

Las fracturas y traumatismos del húmero suelen verse agravados por complicaciones debidas a las relaciones nerviosas del hueso: el nervio axilar proximalmente, el nervio radial en la parte media y distal, y el nervio ulnar [cubital], distal y medialmente, por detrás del epicóndilo medial.

Anatomía radiológica

El espesor del brazo permite una perfecta visión del hueso bajo todas las proyecciones (**fig. 54-12**). La radiografía anteroposterior de la cabeza humeral muestra los tubérculos mayor y menor. Para ver la cabeza humeral en proyección lateral es necesario poner el brazo en abducción.

Desarrollo

El húmero presenta los siguientes puntos de osificación: un punto primitivo, diafisario (45 días de la vida intrauterina) y siete puntos secundarios; tres para la extremidad proximal: **cefálico** (2.º al 4.º mes después del nacimiento); para los **tubérculos mayor** y **menor** (2.º al 3.er año); cuatro para la extremidad distal: punto para el **epicóndilo lateral** (al comienzo del 3.er año); punto para el **epicóndilo medial** (2 años más tarde); **troclear** y **condíleo** (hacia los 12 años de edad). El **cartílago epifisario superior**, el más fértil (según la ley clásica: "cerca de la rodilla, lejos del codo"), se ubica a nivel del cuello quirúrgico, dispuesto con su cara cóncava hacia abajo. El **cartílago epifisario inferior** se distribuye en sentido lateral por encima del epicóndilo lateral y termina en la tróclea, que está separada del epicóndilo medial por una prolongación de la diáfisis. La soldadura definitiva de estas piezas a la diáfisis se hace entre los 18 y los 20 años.

HUESOS DEL ANTEBRAZO

El antebrazo es un segmento del miembro superior capaz de efectuar movimientos de rotación sobre su eje longitudinal: movimientos de pronación y de supinación, los que modifican la orientación de los huesos del antebrazo (**figs. 54-13** y **54-14**). La descripción que aquí se hace corresponde a la posición del **antebrazo en supinación**, con la palma de la mano dirigida ventralmente, mientras el miembro superior pende en forma vertical a lo largo del cuerpo.

Radio

El radio es un hueso largo, situado en la parte **lateral** del antebrazo. Comprende un cuerpo o diáfisis y dos extremidades o epífisis: superior e inferior. Su extremidad inferior o carpiana está más desarrollada que la superior, a la inversa de lo que sucede en la ulna [cúbito].

Posición

Colocar hacia arriba la más pequeña de sus extremidades; medialmente, la tuberosidad del radio; anteriormente, la parte más lisa de la extremidad inferior.

Descripción

Se estudian el cuerpo y sus dos extremidades (**fig. 54-13**).

Cuerpo

Presenta una curvatura anterior cóncava ventralmente y una curvatura medial más acentuada. Aumenta sus dimensiones de proximal a distal. De forma triangular, visto en un corte se distinguen en él tres caras y tres bordes:

A. Cara anterior: casi plana, algo cóncava en la parte media; en ella se encuentra el foramen nutricio del hueso dirigido hacia

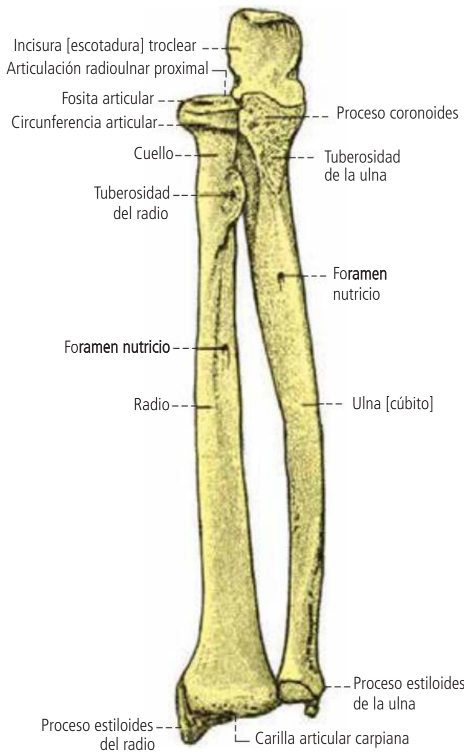


Fig. 54-13. Huesos del antebrazo derecho, vista anterior.

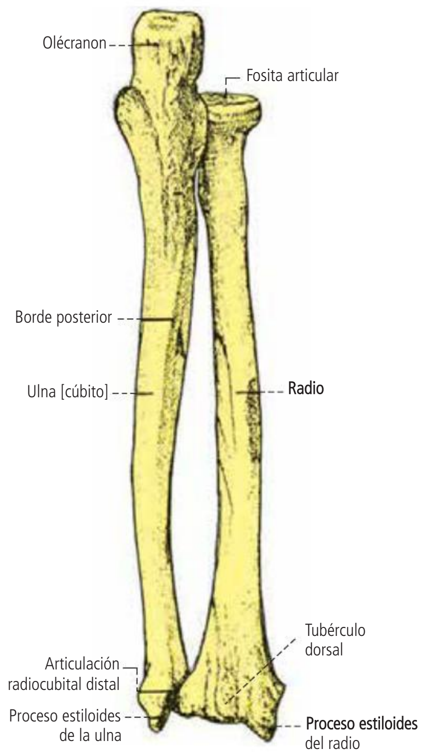


Fig. 54-14. Huesos del antebrazo derecho, vista posterior.

el codo. Da inserción en sus dos tercios proximales al músculo flexor largo del pulgar y en su tercio distal, al pronador cuadrado.

B. Cara lateral: es convexa y redondeada. En su parte superior, excede hacia la cara anterior, da inserción al músculo supinador. Su parte media presenta las rugosidades de inserción del músculo pronador redondo. Su parte inferior es lisa, en relación con los tendones de los músculos extensores radiales largo y corto del carpo.

C. Cara posterior: redondeada, en su tercio superior está cubierta por el músculo supinador, es ligeramente excavada abajo, allí donde se insertan los músculos abductor largo y extensor corto del pulgar. Las inserciones de estos músculos pueden estar separadas por dos crestas oblicuas abajo y lateralmente, que en el borde medial se dirigen hacia el borde posterior.

D. Bordes: de los tres que separan estas caras, sólo el interóseo es cortante y bien diferenciado, a uno o dos traveses de dedo por debajo de la tuberosidad del radio. En él se inserta la **membrana interósea del antebrazo** que lo une a la ulna. En su parte inferior se bifurca, limitando una superficie triangular de vértice superior (articulación radioulnar distal). El **borde anterior** se inicia en la tuberosidad del radio con forma de cresta saliente: la **raíz inferior de la tuberosidad**; se dirige en forma oblicua y lateral hacia abajo para atenuarse progresivamente. El **borde posterior** es poco marcado, obtuso y más o menos borrado en sus extremos; no delimita bien las caras posterior y lateral.

Extremidad superior

Participa en la articulación del codo y se corresponde con el capítulo humeral (**fig. 54-15**). Está formada por una parte voluminosa y redondeada: la **cabeza del radio**, unida al cuerpo del hueso por un **cuello**, levantado en su base por la **tuberosidad del radio**.

A. Cabeza radial: es un segmento de cilindro de aproximadamente 2 cm de diámetro por 1 cm de alto. Su cara superior es excavada: **fosita articular**. Más extensa en sentido anteroposterior, su **perímetro** es algo más alto en su mitad medial que en la lateral. Desarrollada en su parte media, donde su altura es igual a la de la cabeza, termina en sus extremos adelgazada; se articula con la pequeña escotadura radial de la ulna: **articulación radioulnar proximal**.

B. Cuello: es una parte estrechada que mide 1 cm de altura aproximadamente y forma un ángulo evidente con la diáfisis: **ángulo cervicodiafisario**, que posee una acción importante en los movimientos de **pronosupinación**.

C. Tuberosidad del radio: es una saliente ovoide situada en la parte **superior del cuerpo**. Rugosa, en su mitad posterior da



Fig. 54-15. Extremidad superior del radio, vista anterior.

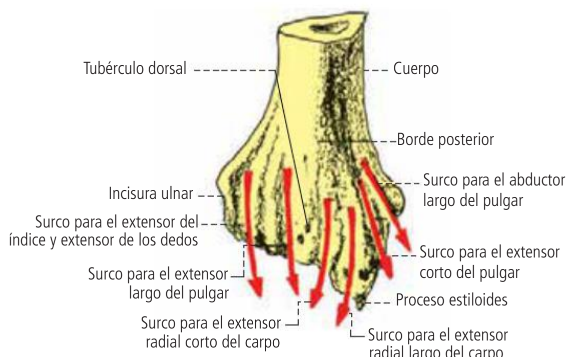


Fig. 54-16. Extremidad inferior del radio, vista posterior.

inserción al tendón del bíceps braquial; es lisa en su mitad anterior, donde se aplica una bolsa serosa. Por debajo se continúa con una cresta o **raíz inferior**, como se ha mencionado; por encima de la tuberosidad, una segunda raíz superior, de desarrollo variable, se dirige lateralmente hacia arriba. Ambas refuerzan el radio en las fuerzas resultantes de la descomposición que despliega el bíceps braquial en los grandes esfuerzos de supinación.

Extremidad inferior

Participa en la articulación radiocarpiana (**fig. 54-16**). Es la parte más voluminosa del hueso. Tiene la forma de una pirámide cuadrangular en la que se distinguen:

A. Cara inferior: articular, en forma de triángulo con vértice lateral del que desciende verticalmente una saliente voluminosa: el **proceso [apófisis] estiloides** del radio. Una línea obtusa divide esta cara en una porción lateral, triangular, para articularse con el **hueso escafoides** y otra medial, cuadrilátera, para el **hueso semilunar**.
B. Cara anterior: es lisa y corresponde al **músculo pronador cuadrado**.
C. Cara posterior: está excavada por dos **surcos**: **medial**, da paso a los tendones del extensor del índice y del extensor de los dedos; **lateral**, oblicuo inferolateralmente, aloja al tendón del músculo extensor largo del pulgar.
D. Cara lateral: presenta, como la precedente, dos **surcos**: el **medial**, ancho y poco profundo, para los tendones de los extensores radiales largo y corto del carpo; el **lateral**, dirigido abajo y medialmente, está en la cara lateral del proceso estiloides, aloja los tendones de los músculos abductor largo del pulgar y extensor corto del pulgar.
E. Cara medial: está excavada por la **incisura ulnar [cubital] del radio**, que se articula con la cabeza de la ulna: **articulación radioulnar distal**.

Ulna [cúbito]

La ulna, al igual que el radio, respecto al cual está situado en sentido medial, es un hueso largo que presenta un cuerpo y dos extremidades.

Posición

Colocar hacia arriba la extremidad en forma de gancho; lateralmente, la cara articular que esta presenta; hacia adelante, los picos de este gancho.

Descripción

Algo inclinado lateralmente desde proximal a distal, forma con el húmero un ángulo obtuso de abertura lateral (**fig. 54-13**). En su parte superior, el cuerpo del hueso se curva hacia adelante.

Cuerpo

Es prismático triangular visto en un corte. Se distinguen tres caras y tres bordes:

A. Cara anterior: en sus tres cuartos superiores está fuertemente excavada por un surco, donde se inserta el músculo flexor profundo de los dedos. En su cuarto inferior es redondeada, ligeramente convexa. Presta inserción al extremo medial del **músculo pronador cuadrado**. En la mitad superior de esta cara se encuentra el foramen nutricio del hueso dirigido hacia el codo.
B. Cara posterior: orientada atrás y lateralmente. En su parte superior se encuentra una superficie triangular, algo rugosa para la inserción del **músculo ancóneo**, limitada abajo por una línea más o menos marcada. Debajo de esta, una cresta longitudinal divide esta superficie en una parte medial lisa, cubierta por el **músculo extensor ulnar del carpo** y otra parte lateral rugosa, subdividida por crestas oblicuas, donde se insertan: arriba, el **músculo supinador** y más abajo, los músculos de la región posterior del antebrazo: **abductor largo del pulgar**, **extensores corto** y **largo del pulgar** y **extensor del índice**.
C. Cara medial: ancha por arriba, se estrecha hacia abajo. En su parte superior está cubierta por el **músculo flexor profundo de los dedos** que se inserta en ella. En su mitad inferior, superficial, está cubierta por la fascia antebraquial y la piel.
D. Borde anterior: marcado, en él se inserta, por arriba, el **músculo flexor profundo de los dedos** y, distalmente, el **pronador cuadrado**.
E. Borde posterior: configurado en forma de S itálica (*S*), nace por dos ramas divergentes que descienden del olécranon. Es

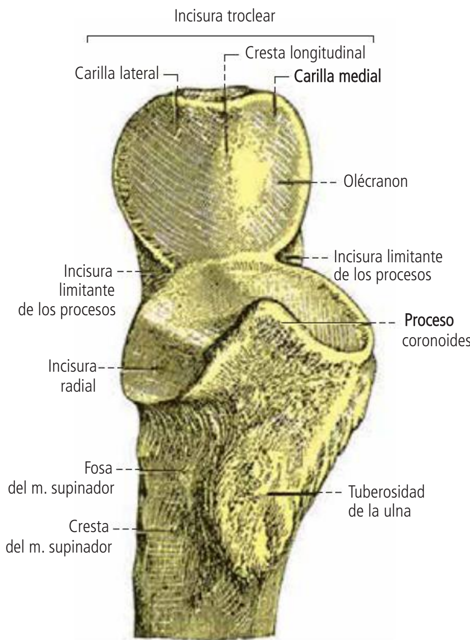


Fig. 54-17. Extremidad superior de la ulna, vista anterolateral.

muy marcado y perceptible bajo la piel entre las caras medial y posterior. En él se insertan: el **flexor profundo de los dedos** y el **flexor ulnar del carpo**, y en su tercio medio lo hace el **extensor ulnar del carpo**.

F. Borde interóseo: delgado y cortante, es obtuso en su parte inferior cerca de la articulación radioulnar distal. En él se inserta la **membrana interósea del antebrazo**. En su parte superior se bifurca para dirigirse a los dos extremos de la pequeña **incisura radial**; en la superficie triangular así delimitada se inserta el **músculo supinador**.

Extremidad superior

Más voluminosa que la del radio, por atrás asciende más que este (**figs. 54-17** y **54-18**). Forma parte de la **articulación del codo**. Presenta una **cavidad articular**, destinada a la tróclea humeral, la **incisura troclear**. Con forma de semiluna, la cavidad articular está recorrida en toda su extensión por una prominencia longitudinal, que se prolonga a los lados por dos caras, lateral y medial. La prominencia y sus caras se corresponden con la tróclea humeral. En la parte **anterior** e **inferior** de esta cavidad se observa una saliente, el **proceso coronoides**, que termina en un vértice agudo, el **pico**, que en la flexión del codo se aloja en la fosa coronoidea del húmero. Por debajo del pico, una superficie rugosa, la **tuberosidad de la ulna**, da inserción al **músculo braquial**. Su **borde interóseo** da inserción al manojo anterior del ligamento colateral ulnar [del cúbito].

Lateralmente, una superficie articular extendida de adelante hacia atrás constituye la **incisura radial de la ulna**, en la cual se aplica la circunferencia articular del radio (**articulación radioulnar proximal**). Esta superficie se continúa por arriba con la de la escotadura troclear. Por delante de la **incisura radial** se insertan la extremidad anterior del **ligamento anular del radio** y el fascículo anterior del **ligamento colateral radial** de la articulación del codo.

Atrás se eleva la saliente voluminosa y cuadrangular del **olécranon**, cuya base forma cuerpo con el hueso al que parece continuar. Su parte anterior y superior encorvada hacia adelante forma el **pico del olécranon**, que en los movimientos de extensión del antebrazo sobre el brazo viene a alojarse en la fosa olecraneana del húmero. La **cara anterior** constituye la parte **vertical** de la incisura troclear. En la **cara medial** se inserta un manojo del **ligamento colateral ulnar** de la articulación del codo. La **cara lateral** da inserción a fibras del **músculo ancóneo**. En ambas, lateral y medial, se insertan fibras de las cabezas lateral y medial del músculo tríceps braquial. La **cara posterior** del olécranon está erizada de rugosidades levantadas por la inserción del **tendón del músculo tríceps braquial**. El olécranon constituye, bajo la piel, la saliente posterior del codo.

Extremidad inferior

La diáfisis de la ulna se afina poco a poco hacia abajo y termina en un pequeño engrosamiento más o menos esférico, **la circunferencia articular de la cabeza de la ulna**, que en su parte lateral, se corresponde con la incisura cubital ulnar del radio **(articulación radioulnar inferior)**. **Inferiormente**, en el ser vivo, está separada del hueso piramidal por un **disco articular** fibrocartilaginoso (**fig. 54-18**). **Medialmente**, se observa

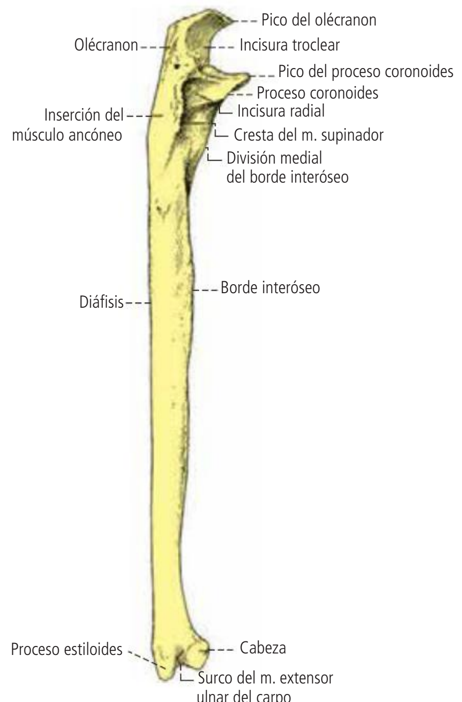


Fig. 54-18. Ulna derecha, vista lateral.

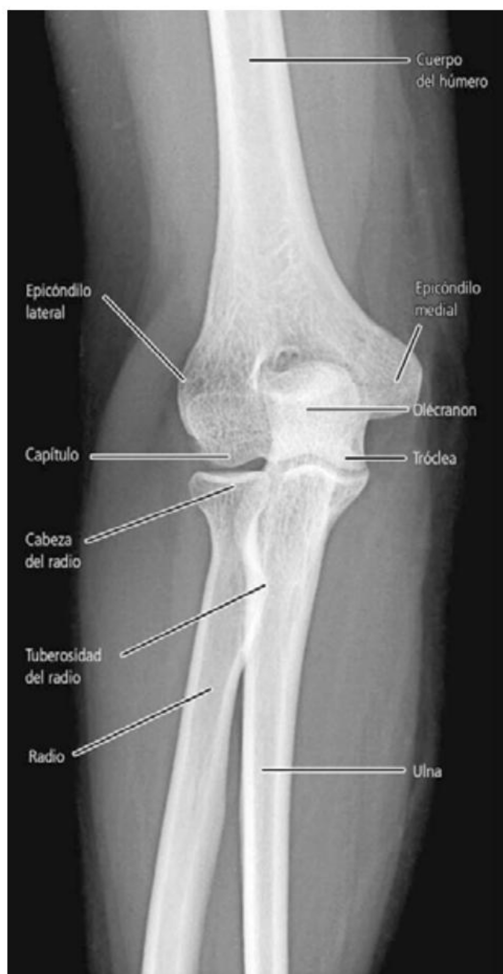


Fig. 54-19. Radiografía anteroposterior del codo derecho. El antebrazo se encuentra en extensión. Se ve la extremidad distal del húmero articulada con el radio y la ulna.

una saliente cilíndrica con dirección posterior e inferior, el **proceso estiloides** ulnar, en cuyo vértice se insertan los ligamentos ulnocarpianos de la articulación radiocarpiana. Su base está separada de la cabeza por una superficie rugosa donde se inserta el **disco articular** mencionado. Por atrás, el proceso estiloides está separado de la cabeza de la ulna por un surco impreso por el **tendón del músculo extensor ulnar del carpo**.

Estructura

El radio y la ulna son huesos largos. Sus diáfisis están formadas por hueso compacto, resistente, que circunscribe un conducto medular relativamente estrecho. Las epífisis, formadas por hueso esponjoso con celdas anchas, están inversamente dispuestas. La extremidad más voluminosa es la distal para el radio y la proximal para la ulna.

Las fracturas diafisarias de los huesos del antebrazo, en especial cuando interesan en forma simultánea a la ulna y al radio, son graves. Sin embargo, se consolidan fácilmente. Pero el juego de estos huesos, el uno en relación con el otro, en los movimientos de pronosupinación, es tan preciso y delicado que una consolidación, por poco imperfecta que sea, puede limitar o bloquear completamente la pronosupinación.

Las fracturas de las extremidades, de tejido esponjoso, son de diferente gravedad. La extremidad inferior del radio es la que resulta afectada con más frecuencia: es una fractura que compone el tejido óseo esponjoso, lo cual es favorable para la consolidación. Por el contrario, las fracturas del olécranon implican un gran **desplazamiento** de los fragmentos debido a la tracción ejercida por el músculo tríceps braquial sobre el fragmento superior. Por último, las fracturas de la cabeza del radio son graves por sus consecuencias articulares.

Anatomía de superficie

Los puntos salientes y perceptibles del radio y de la ulna son los siguientes:

- **A nivel del codo:** el **olécranon** atrás, muy voluminoso, saliente y muy superficial. De la **cabeza del radio**, solo la parte posterior se puede percibir por palpación, pues no hace saliente bajo la piel.
- **A nivel del antebrazo:** el **borde posterior** de la ulna se puede palpar en toda la extensión del hueso, desde el olécranon hasta la cabeza de la ulna abajo. Las otras caras diafisarias de este hueso, así como el cuerpo del radio entero, están cubiertos por masas musculares.
- **A nivel de la extremidad inferior:** las dos referencias evidentes son los **procesos estiloides del radio** y **de la ulna**. El proceso estiloides del radio desciende más que el de la ulna. Además, la cabeza de la ulna, dorsal y medialmente, y la cara dorsal de la epífisis inferior del radio pueden palparse con facilidad.

Anatomía radiológica

No existe ninguna dificultad para radiografiar estos huesos bajo todas las posibles proyecciones. En la radiografía del codo se observan sus extremidades proximales (**fig. 54-20**). En la radiografía de la región carpiana se observan sus extremidades inferiores con sus correspondientes procesos estiloides (**fig. 54-21**). Es necesario ubicar el antebrazo en **supinación**, para que los huesos vistos de frente estén bien separados. En pronación, estos se cruzan.

Desarrollo

Como todos los huesos largos, poseen un punto de osificación primario para el cuerpo. El **radio** presenta puntos complementarios para las epífisis superior e inferior y un punto bicipital que posteriormente se suelda al cuerpo. La **ulna** presenta dos puntos complementarios, uno para la epífisis inferior y otro epifisario superior u olecraneano.

HUESOS DE LA MANO

El esqueleto de la mano está compuesto por veintisiete huesos repartidos en tres grupos: el **carpo**, el **metacarpo** y los **dedos**.



Fig. 54-20. Radiografía lateral del codo derecho. El antebrazo se encuentra en flexión de 90°. Se ve la extremidad distal del húmero articulada con las extremidades proximales de la ulna y del radio.

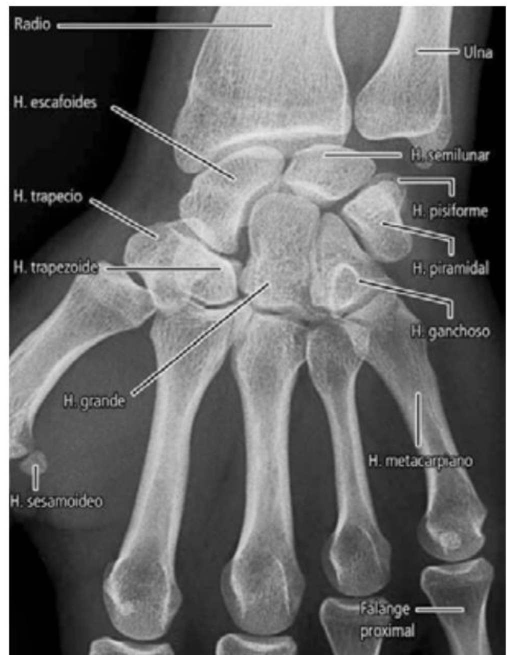


Fig. 54-21. Radiografía dorsopalmar (de frente) del carpo derecho. Se distinguen las extremidades distales del radio y de la ulna, los ocho huesos del carpo y los huesos metacarpianos.

Huesos del carpo

Son ocho y están dispuestos en dos filas transversales:

A. Fila superior, proximal o primera fila: comprende, de lateral a medial, los huesos escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme.

B. Fila inferior, distal o segunda fila: comprende, de lateral a medial, los huesos trapecio, trapezoide, grande y ganchoso.

Todos estos huesos tienen forma cuboidea y se les podrían describir seis caras a cada uno de ellos. Dos de estas son irregulares y rugosas: corresponden, sea a la cara dorsal o a la cara palmar del miembro. Las otras caras son **articulares**, pues todos estos pequeños huesos se articulan los unos con los otros en el seno de una misma fila y de una fila con la otra, con excepción del pisiforme.

Cada uno de estos huesos posee caracteres particulares que hay que recordar.

Descripción

A. Hueso escafoides se articula con el radio proximalmente, con el semilunar y el hueso grande medialmente, y con el trapecio y el trapezoide, distalmente. Su cara anterolateral está marcada por una saliente: el **tubérculo del hueso escafoides**.

B. Hueso semilunar (lunatum) se articula de manera proximal con el radio, lateralmente con el escafoides, medialmente con el piramidal, y en sentido distal con el hueso grande y el hueso ganchoso.

C. Hueso piramidal (triquetrum) se articula en sentido proximal con el disco articular, ventralmente con el pisiforme, lateralmente con el semilunar y en sentido distal con el hueso ganchoso.

D. Hueso pisiforme se articula solo con el piramidal, del cual se encuentra situado ventromedialmente, como una superestructura sobre el macizo carpiano. En él se inserta el músculo flexor ulnar del carpo.

E. Hueso trapecio se articula en forma proximal con el escafoides, medialmente con el trapezoide y en sentido distal con el 1.er metacarpiano. Presenta, anteriormente, una saliente: el **tubérculo del trapecio**, que parece prolongar hacia abajo y lateralmente al tubérculo del escafoides.

F. Hueso trapezoide es el más profundo de los huesos del carpo, situado entre el trapecio lateralmente, el hueso grande medialmente, el escafoides proximalmente y el 2.º metacarpiano distalmente.

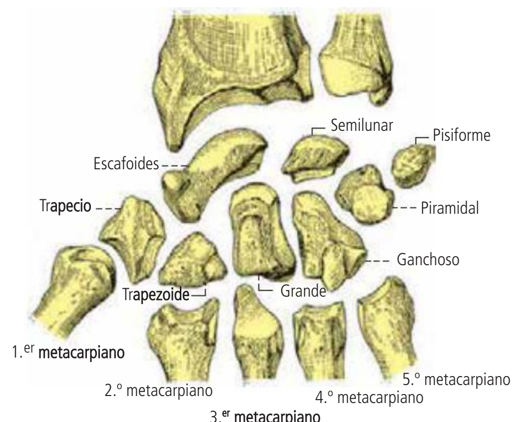


Fig. 54-22. Huesos del carpo separados, vista anterior.



Fig. 54-23. Radiografía dorsopalmar (de frente) de la mano derecha.

G. Hueso grande (capitatum): semeja la forma de un tapón de champaña. Posee una **cabeza** articulada con el semilunar, un **cuello** ligeramente estrechado y un **cuerpo** que contacta con el trapezoide y el escafoides en sentido lateral, el hueso ganchoso en sentido medial y los 2.º, 3.º y 4.º metacarpianos distalmente.

H. Hueso ganchoso (hamatum): es fácil de identificar, debido a la saliente voluminosa que se levanta ventralmente a su cuerpo: **gancho del hueso ganchoso**. Se articula de manera proximal con el semilunar, medial y proximal con el piramidal, lateral con el hueso grande, distalmente con el 4.º y el 5.º metacarpianos.

Considerado en su conjunto, el macizo óseo carpiano forma un bloque rectangular cuyo diámetro transversal es mayor que el vertical. Su cara posterior es convexa y responde a los tendones extensores de la palma de la mano y de los dedos. Su **cara anterior**, fuertemente cóncava, constituye el **canal del carpo** limitado a cada lado por dos importantes salientes: **lateral**, con los tubérculos del escafoides y del trapecio; **medial**, con el pisiforme y el gancho del hueso ganchoso. El fondo del **canal del carpo** está formado por la cara anterior o palmar de los huesos trapezoide, grande y ganchoso, distalmente, y del semilunar y del piramidal proximalmente. En este canal óseo, transformado en el **túnel carpiano** por el **retináculo flexor**, se deslizan los tendones de los flexores de los dedos acompañados por el nervio mediano.

La parte lateral del macizo carpiano, formada por el **escafoides** y el **trapecio**, está prolongada distalmente por el 1.er metacarpiano, cuya independencia es notable: este conjunto óseo constituye la columna ósea del pulgar.

Estructura

Los huesos del carpo, **huesos cortos**, están formados por una delgada capa de hueso compacto que rodea un bloque de hueso esponjoso. Son bastante frágiles. De estos huesos, el más expuesto de todos y, por lo tanto, el que con mayor frecuencia resulta fracturado, es el **escafoides**.

Anatomía de superficie

Los huesos del carpo se palpan por su **cara dorsal**, fácilmente para los huesos de la 2.ª fila. Para los huesos de la 1.ª fila, la palpación debe realizarse con la mano en flexión, pues se separan del radio bajo el cual están ocultos. El **escafoides** se palpa en el fondo de la **tabaquera anatómica**. Por último, en la **cara palmar**, solo el tubérculo del trapecio, el pisiforme y a veces el gancho del hueso ganchoso se pueden palpar en la base del talón de la mano.

Anatomía radiológica

La exploración radiológica de los huesos del carpo se efectúa en enfoques anteroposteriores y laterales, pero a veces son necesarias proyecciones particulares cuando hay que precisar el estado de tal o cual hueso (**fig. 54-23**).

Desarrollo

Cada uno de los huesos del carpo posee un punto de osificación propio. Estos aparecen en el siguiente orden: primero, el del hueso grande y el del hueso ganchoso (desde el nacimiento). Luego, el del piramidal (2 años). Después, el semilunar (entre los 3 y 4 años). Le siguen el del trapecio, el del trapezoide y el del escafoides (de 4 a 6 años) y por último el del pisiforme (entre los 8 y los 10 años).

Huesos del metacarpo

Constituye el esqueleto de la palma y del dorso de la mano. Está formado por cinco huesos: los **metacarpianos**. Estos huesos se articulan de manera proximal con los huesos de la 2.ª fila del carpo. Se separan los unos de los otros para servir de base a cada uno de los cinco dedos. Se los denomina: primero (**I**), segundo (**II**), tercero (**III**), cuarto (**IV**) y quinto (**V**) metacarpianos, partiendo del pulgar hacia el meñique.

Descripción

Los metacarpianos son huesos largos cuyo cuerpo presenta una cara posterior o dorsal, plana, dos caras laterales en relación con los músculos interóseos de los dedos y una cresta anterior o palmar (**figs. 54-24** y **54-25**). De sus dos extremidades, la superior o proximal, denominada **base del metacarpiano**, se articula con el carpo por una parte, y con los metacarpianos vecinos por la otra. La extremidad inferior, distal o digital, también se denomina **cabeza del metacarpiano**; se articula con la falange proximal del dedo correspondiente.

Características particulares permiten distinguir los metacarpianos entre sí:

- El **I** metacarpiano, el del pulgar, es más corto que los demás; su base no presenta carillas articulares laterales puesto que no contacta con el vecino.
- El **II** metacarpiano solo posee una cara articular medial en su base, para el **III**, y su extremidad proximal tiene forma de V, que sirve de inserción al extensor radial largo del carpo dorsalmente y del flexor radial del carpo ventralmente.

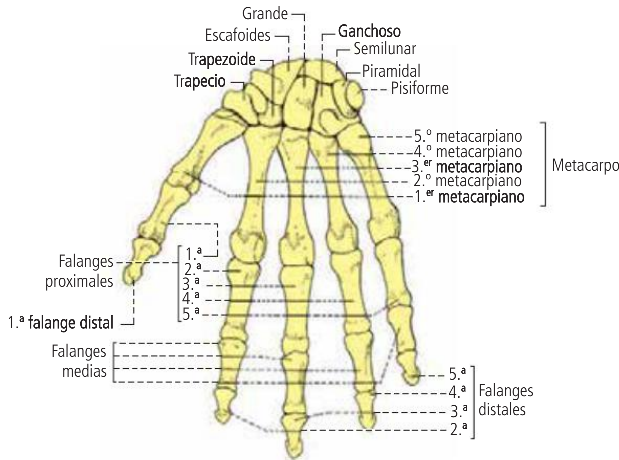


Fig. 54-24. **Vista anterior esquemática de los huesos de la mano y de los dedos.**

- El **III** metacarpiano presenta una carilla articular a cada lado de su base y un proceso [apófisis] estiloides dorsal en su extremidad proximal para la inserción del músculo extensor radial corto del carpo.
- El **IV** metacarpiano también tiene dos carillas articulares, una en cada lado de su base, pero no posee proceso estiloides.
- Por último, el **V** metacarpiano presenta un proceso estiloides, superomedial, para el músculo extensor cubital (ulnar) del carpo, pero tiene una sola carilla articular lateral.

Estructura

Los metacarpianos son huesos largos con una diáfisis y dos epífisis. El canal medular de la diáfisis tiene dimensiones reducidas. La capa compacta periférica es espesa. Sus fracturas son bastante frecuentes en los boxeadores. Las extremidades están formadas por hueso esponjoso.

Anatomía de superficie y radiológica

Los metacarpianos son palpables en toda su extensión sobre la cara dorsal de la mano, donde se relacionan con los tendones extensores de los dedos. Su **cara palmar**, en cambio, está cubierta por las partes blandas de la palma, en el seno de numerosos músculos a los que ellos dan inserción y bajo los tendones flexores que atraviesan la región. La cabeza de los metacarpianos, sin embargo, se puede percibir mediante palpación en la proximidad de la raíz de los dedos. Su exploración radiológica es fácil y eficaz.

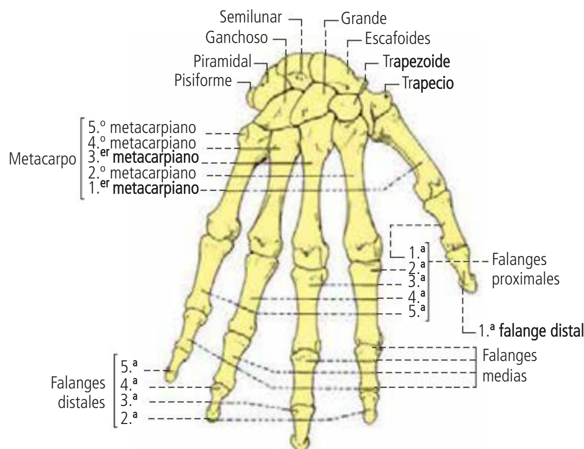


Fig. 54-25. **Vista posterior esquemática de los huesos de la mano y de los dedos.**

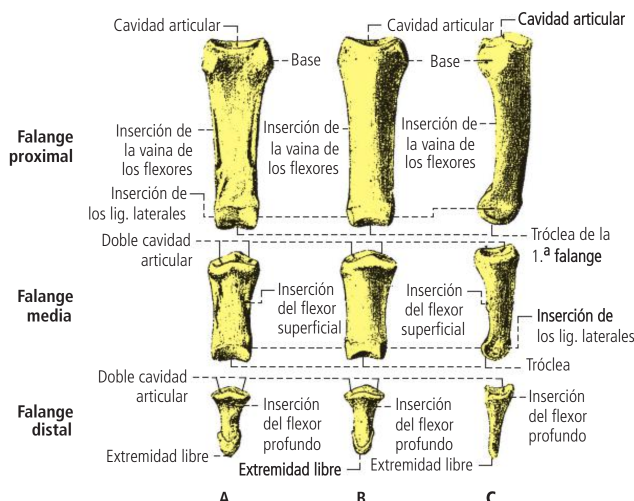


Fig. 54-26. Dedo índice desarticulado, visto: **A**, por su cara anterior o palmar; **B**, por su cara posterior o dorsal; **C**, por su parte lateral.

Desarrollo

Es bastante particular en el sentido de que no existen sino dos puntos de osificación: uno proximal para la base y la diáfisis del metacarpiano y otro distal para la cabeza del metacarpiano. El cartílago epifisario se encuentra en la extremidad distal de los metacarpianos. El **I metacarpiano** es una excepción a esta regla: posee un punto de osificación para su base y un punto inferior para su diáfisis y su cabeza. El cartílago epifisario está en la extremidad proximal del I metacarpiano.

Huesos de los dedos. Falanges

Los dedos, muy móviles y articulados con los metacarpianos, son independientes los unos de los otros. Exceptuando el pulgar, poseen tres falanges, la primera, la segunda y la tercera, denominadas **falange proximal**, **falange media** y **falange distal**. El pulgar se singulariza por tener solo dos falanges: una proximal y otra distal.

Descripción

Las falanges son huesos largos (**fig. 54-26**). Las dos primeras, proximal y media, son muy semejantes, con un **cuerpo**, en forma de semicilindro, ligeramente cóncavo adelante con bordes laterales bien acentuados y dos extremidades: la extremidad superior o proximal, **base de la falange**, se articula por su **cavidad glenoidea** con el metacarpiano correspondiente (o con la falange proximal o media). La extremidad distal, cabeza de la falange, tiene forma de **tróclea**, con un surco dorsopalmar.

La **falange distal** es más pequeña. Su cuerpo es ancho arriba y se afina hacia abajo. La extremidad superior es articular mientras que la extremidad inferior es libre, ensanchada en espátula o herradura: es la **tuberosidad**, más desarrollada en la cara palmar que en la cara dorsal.

Estructura

Huesos largos, las falanges tienen una estructura propia de piezas frágiles. Sin embargo, su movilidad las protege a menudo de los traumatismos graves. El tratamiento de sus fracturas es delicado.

Anatomía de superficie y radiológica

Las falanges son superficiales por su cara dorsal, donde la piel es delgada y los tendones extensores, aplanados. Su cara palmar está oculta por los tendones flexores en sus vainas fibrosas y por tegumentos espesos, tapizados por un tejido conectivo denso.

Las radiografías de frente muestran bien todas las falanges si los dedos están extendidos. Desde lateral, es necesario radiografiar los dedos uno por uno, flexionando los otros. En la base de la falange proximal del pulgar se ven los dos huesos sesamoideos.

Desarrollo

Al igual que los metacarpianos, las falanges tienen solo dos puntos de osificación: uno para su base y uno para su diáfisis y su cabeza. El cartílago epifisario está situado en la parte proximal de cada falange.

Véase **Caso clínico:** *Fractura de escafoides y Fractura diafisaria de húmero. Lesión del nervio radial*

Cintura pectoral

55

55 Articulaciones de la cintura pectoral

La clavícula y la escápula, que constituyen el esqueleto de la cintura pectoral, están unidas por la **articulación acromioclavicular**. Esta cintura (cíngulo) está unida al tórax por la **articulación esternoclavicular**. No existe ninguna articulación que una directamente la **escápula** a la **caja torácica**; el hueso simplemente se desliza sobre ella utilizando planos conectivos, que se denominan en conjunto "**articulación escapulotorácica**".

Se estudiará también la **articulación glenohumeral**. Los músculos que la movilizan no se pueden disociar de los de la cintura pectoral. Los movimientos del brazo y los de la cintura pectoral se encuentran estrechamente asociados.

ARTICULACIÓN ESTERNOCLAVICULAR

Pone en contacto al **esternón** y al **primer cartílago costal**, por una parte, con la **clavícula**, por otra. Estas superficies no se corresponden entre sí por su extensión y configuración desiguales. Entre ellas se interpone un **disco articular**, que se amolda a las superficies. Se trata de una **articulación sinovial**, en silla de montar (selar), de movilidad reducida.

Superficies articulares

Las superficies se encuentran revestidas de cartílago; son:

- **Esternón y primer cartílago costal:** el **esternón**, en la incisura **[escotadura] clavicular** superolateral del manubrio, presenta una superficie dirigida de medial a lateral y de arriba hacia abajo, oblonga, con su eje mayor transversal. El **primer cartílago costal** tiene una pequeña superficie triangular, horizontal, situada en su parte medial y superior, que se continúa medialmente por su base con la superficie esternal.
- **Clavícula:** su extremidad medial participa en la articulación por intermedio de dos carillas: una **vertical**, orientada en sentido medial y algo abajo; por debajo de ella, y continuándose con la misma carilla, se observa una segunda superficie articular **horizontal** que forma con la precedente un ángulo recto. La clavícula excede por arriba el borde superior del manubrio esternal. El ángulo diedro saliente de la clavícula se apoya sobre el ángulo diedro entrante **esternocondral**, pero la congruencia de las superficies no es perfecta: de allí la presencia de un **disco articular**.
- **Disco articular** [fibrocartílago] (**fig. 55-1**): en forma de lente cóncavo-convexa, más espeso en su periferia que en su centro, donde puede estar perforado a veces, está fijado a la cápsula por adelante y por atrás. Por arriba se fija a la clavícula y por abajo, al primer cartílago costal.

Medios de unión

Cápsula. Es fibrosa; se inserta en el contorno de las superficies articulares reuniendo los huesos entre sí (**fig. 55-1**). Sin embargo, es bastante delgada y laxa.

Ligamentos. En número de cuatro, se detallan:

A. El **ligamento esternoclavicular anterior**: se extiende desde la parte anterior y superior de la clavícula hasta la parte anterior del manubrio esternal y el primer cartílago.
B. El **ligamento esternoclavicular posterior**: se extiende de la cara posterior y superior de la clavícula al manubrio esternal. Ambos tienen escasa importancia.
C. El **ligamento interclavicular**: está formado por fibras cortas que de la parte superior del extremo medial de la clavícula, terminan en la parte lateral de la incisura yugular. Por encima de estas fibras se encuentran otras más largas, que descienden de la clavícula hacia la incisura yugular, cruzan el plano mediano y se dirigen hacia la clavícula del lado opuesto.
D. El **ligamento costoclavicular**: es el verdadero ligamento de la articulación. Sólido y funcional, está situado lateralmente a la articulación. Romboidal por su forma, sus fascículos unen la clavícula al primer cartílago costal, ocupando los tres cuartos laterales del cartílago y, en la mayoría de los casos, hasta la extremidad medial de la primera costilla. Desde este punto se dirigen oblicuos hacia arriba y lateralmente para insertarse en la cara inferior de la clavícula, determinando rugosidades y hasta una fosa transversal. Estas fibras se disponen en dos planos: un plano anterior, que prolonga medialmente la vaina del músculo subclavio, y un plano posterior, más resistente.

Sinovial

La presencia del disco articular divide la cavidad articular en dos partes: cavidad sinovial clavicular y cavidad sinovial esternal. La primera es algo más amplia que la segunda.

Relaciones

La articulación es bastate superficial en su parte anterior. Sin embargo, abajo y adelante se encuentra cubierta por las inser-

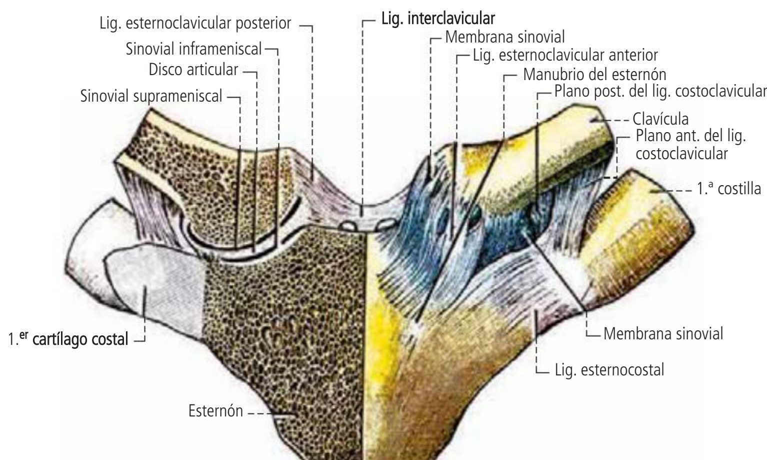


Fig. 55-1. Articulaciones esternoclaviculares, vista anterior.

ciones del **músculo pectoral mayor**. Por arriba y medialmente la cruza el tendón de los haces esternales del **músculo esternocleidomastoideo**. Por atrás, se relaciona con los músculos **esternohioideo** y **esternotiroideo**, que se insertan aquí. Con ellos constituye una barrera sólida de protección situada por delante del ángulo venoso yugulosubclavio, que oculta al tronco braquiocefálico a la derecha y a la arteria carótida común a la izquierda. Adoptan también relaciones más o menos íntimas con la articulación, la arteria torácica interna, los dos nervios frénicos y los vagos.

Movimientos

La clavícula, considerando la rotación sobre su eje, es el único elemento móvil, prácticamente en todos los sentidos. El ligamento costoclavicular, que es lateral a la articulación, es el eje de todos estos movimientos. Asimismo, los movimientos de la extremidad medial de la clavícula se manifiestan en **sentido inverso**, a nivel de su extremidad lateral. Por ejemplo, cuando la primera desciende, la segunda se eleva. Además, los desplazamientos de débil amplitud de la extremidad medial están amplificados por la longitud de la palanca clavicular que los transmite al hombro.

Movimientos de pequeña amplitud y un ligamento muy resistente: he aquí lo que explica que esta articulación sufra rara vez en los traumatismos del hombro o de la caja torácica.

ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR

Une la extremidad lateral de la clavícula al borde medial del acromion: pertenece a las articulaciones sinoviales planas.

Superficies articulares

De dimensiones pequeñas, la **superficie clavicular** es ovalada y plana, alargada de adelante hacia atrás, orientada lateralmente hacia abajo. La **superficie acromial** está situada en la parte más anterior del borde medial del acromion. Orientada en sentido inverso, medial hacia arriba, la clavícula se apoya sobre el acromion. Si bien tiene contacto, apoyo, tiene además encajamiento.

Un **disco articular** existe en un tercio de los casos. Por lo general es incompleto.

Medios de unión

La cápsula, muy gruesa, se inserta alrededor de las superficies articulares tapizadas de fibrocartílago. Está reforzada por dos ligamentos: uno inferior, delgado, y otro superior, más potente, los **ligamentos acromioclaviculares**. Ambos están extendidos entre los respectivos huesos (**fig. 55-2**).

La unión entre la clavícula y la escápula, en realidad, está asegurada anatómica y funcionalmente por los **ligamentos coracoclaviculares**; estos se encuentran a distancia de la articulación acromioclavicular y se los describe por lo común en forma separada, pero su verdadera función se relaciona con esta articulación. La unión coracoclavicular está asegurada por dos ligamentos (**fig. 55-2**):

A. Ligamento trapezoide: se inserta por abajo en la mitad posterior del borde medial del proceso [apófisis] coracoides; desde aquí se dirige hacia arriba lateralmente y se inserta en la cara inferior de la clavícula, donde levanta un tubérculo óseo. Presenta un borde anterior libre y un borde posterior en relación con el ligamento siguiente.

B. Ligamento conoide: de forma triangular, su vértice inferior se fija en la base del proceso coracoides por detrás del ligamento trapezoide. Desde aquí se despliega en forma de abanico y se fija en la cara inferior de la clavícula.

Muy sólidos, estos ligamentos mantienen la abertura del ángulo escapuloclavicular, cuyo vértice se encuentra a nivel de la articulación acromioclavicular y cuya abertura varía con la posición del hombro.

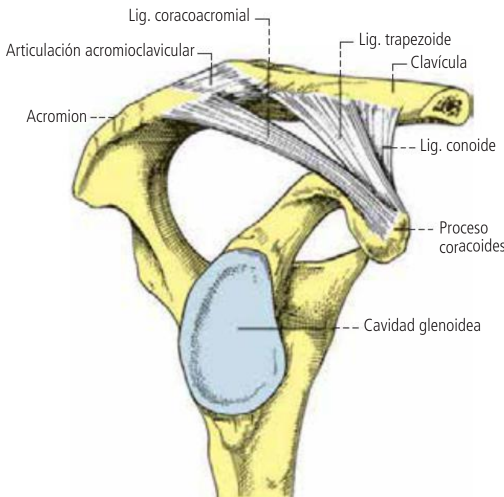


Fig. 55-2. **Región acromiocoracoidea vista por su cara lateral** (según Paturet).

Sinovial

La sinovial de la articulación acromioclavicular es pequeña, a veces tabicada en forma incompleta por el **disco articular**.

Relaciones

La cara superior de la articulación es superficial, subcutánea. Por su cara profunda participa en la constitución de la "bóveda acromioclavicular", que sobremonta la articulación glenohumeral. Medialmente recibe las inserciones del **músculo trapecio**. Lateralmente, recibe las del **músculo deltoides**.

Movimientos

Estos son simples, de deslizamiento, los que abren o cierran el ángulo escapuloclavicular. En realidad, esta articulación está sobre todo sometida a los esfuerzos que le transmite la clavícula. Las relaciones de las superficies óseas hacen que la clavícula tenga tendencia a separarse del acromion en los esfuerzos de elevación del hombro.

Son estos esfuerzos los que contribuyen, a veces, a romper los ligamentos coracoclaviculares y terminan en la disyunción o **luxación acromioclavicular**; este accidente es muy frecuente en los trabajos violentos de fuerza o en los deportes (rugby) y su tratamiento es difícil.

LIGAMENTOS PROPIOS DE LA ESCÁPULA

Son cintillas fibrosas extendidas de una parte a otra de la escápula.

Se describen: el **ligamento coracoacromial**, el **ligamento transverso superior de la escápula** y el **ligamento transverso inferior de la escápula**.

Ligamento coracoacromial [acromiocoracoideo]

Es el más importante por sus dimensiones y relaciones (**fig. 55-3**). Es una cintilla fibrosa triangular, cuyo vértice se fija en la extremidad anterior del acromion por delante de la articulación acromioclavicular. Desde aquí se dirige medialmente y adelante para implantarse por su base en el borde lateral del proceso coracoides en toda su extensión. Sus bordes anterior y posterior son más gruesos que su parte media. Interpuesto entre la fascia superficial del músculo supraespinoso y la fascia profunda del músculo deltoides, forma con las salientes óseas sobre las cuales se inserta la "bóveda acromiocoracoidea", situada por encima de la articulación glenohumeral. Entre ambos se interpone una bolsa serosa importante: la bolsa subacromial.

Ligamento transverso superior de la escápula [coracoideo]

Es una cinta pequeña, delgada y aplanada, más estrecha en su parte media que en sus extremidades, que se extiende de la base del proceso coracoides lateralmente al borde superomedial de la **incisura de la escápula** medialmente (**fig. 55-3**). Convierte así la precitada incisura de la escápula en un verdadero **foramen osteofibroso** que comunica la fosa subescapular con la supraespinosa. Por este foramen pasan: por **sobre** el ligamento, la arteria supraescapular; por **debajo** del ligamento, la vena y el nervio homónimo.

Ligamento transverso inferior de la escápula [espinoglenoideo]

Se extiende desde el borde lateral, libre, de la espina de la escápula, al borde posterior de la cavidad glenoidea. Transforma, así, en conducto la depresión posterior del cuello del hueso y contribuye a delimitar el pasaje que comunica las fosas supraespinosa e infraespinosa por el cual pasan el nervio y los vasos supraescapulares.

ARTICULACIÓN GLENOHUMERAL [ESCAPULOHUMERAL]

Une la escápula al húmero; por lo tanto, pone en conexión el **miembro superior** con la **cintura pectoral**. Corresponde al género de las **sinoviales esferoideas**. Por lo común se la designa "articulación del hombro".

Mientras que en los cuadrúpedos está próxima a la parte media anterior del tronco, en el ser humano se la encuentra rechazada hacia atrás y lateral al tórax, lo que le confiere al húmero mayor libertad de movimientos.

Superficies articulares

Estas son: del lado de la escápula, la **cavidad glenoidea**, agrandada por un labrum glenoideo; de parte del húmero, la **cabeza** de este hueso.

Cavidad glenoidea (**fig. 55-4**). Está situada en el ángulo superolateral de la escápula, donde se apoya sobre el **cuello** del hueso. Es ovalada con eje mayor vertical. Es poco profunda y el

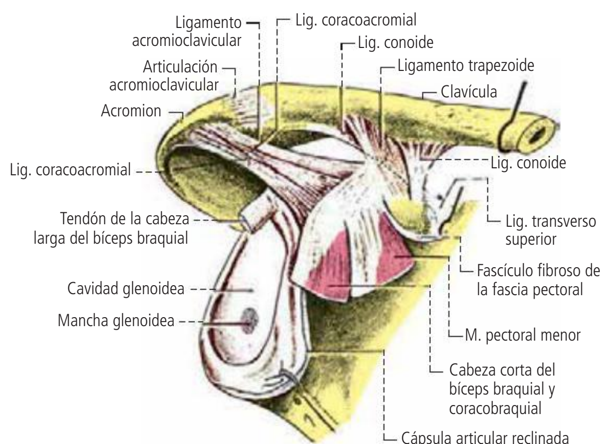


Fig. 55-3. **Hombro derecho, vista anterior que muestra el modo de unión de la clavícula con la escápula, los ligamentos coracoclaviculares y el ligamento coracoacromial.**

cartílago que la tapiza, más espeso en la periferia que en el centro, no aumenta su profundidad. Su mínimo de espesor corresponde a su centro: saliente del tubérculo glenoideo donde el cartílago presenta un aspecto amarillento o grisáceo: **mancha glenoidea**.

El **labrum glenoideo**, formación fibrosa anular, está sólidamente unido a ella. Se inserta sobre el contorno de la cavidad glenoidea excepto en su parte superior, donde está separado de la cavidad glenoidea propiamente dicha por un surco variable, que desciende más en la semicircunferencia posterior. Triangular, visto en un corte, su borde libre es saliente en la cavidad articular. Su cara superficial prolonga y da inserción a la mayor parte de los fascículos de la cápsula fibrosa. Su cara profunda, libre y articular, se inclina hacia la cavidad glenoidea agrandando la superficie articular que él hace más profunda o, por lo menos, más amplia. Su cara basal se aplica y adhiere al borde de la cavidad glenoidea, salvo en la parte superior.

Cabeza humeral. Regularmente esférica, un tercio o media esfera según los sujetos, está soportada por el cuello anatómico en contacto con el cual se detiene el cartílago hialino de revestimiento. Forma con la diáfisis un ángulo de inclinación de 130° aproximadamente. Está orientada en su conjunto medialmente, arriba y atrás.

Interlínea articular. Adopta la forma de la cavidad glenoidea. La cabeza humeral, más voluminosa, excede esta cavidad en todos los sentidos. Por eso la superficie de contacto es reducida, cualquiera que sea la posición del brazo.

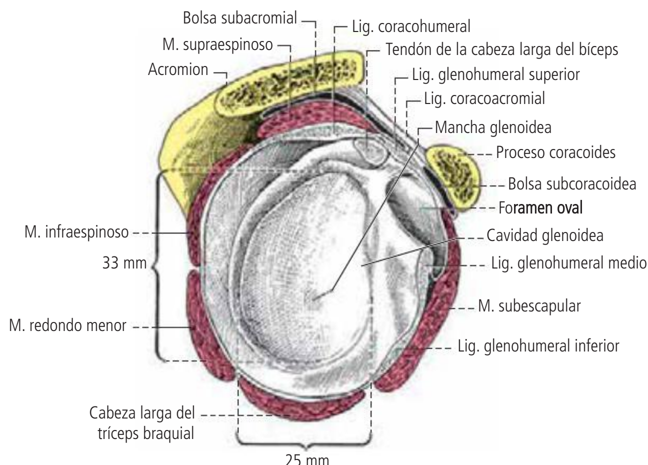


Fig. 55-4. **Cavidad glenoidea de la escápula, vista lateral.**

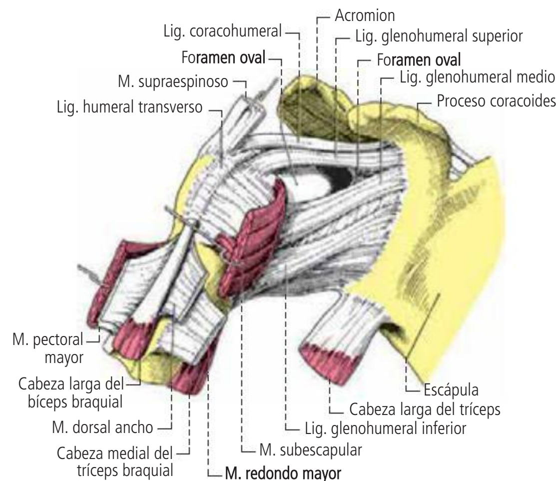


Fig. 55-5. Articulación glenohumeral derecha, vista anterior.

Medios de unión

La cabeza del húmero y la cavidad glenoidea de la escápula están unidas entre sí por la **cápsula** y por cierto número de **ligamentos**, más o menos diferenciados, que refuerzan la cápsula y provienen, uno del proceso coracoides, el **ligamento coracohumeral**, y los otros del labrum glenoideo, denominados **ligamentos glenohumerales**.

Cápsula. Se inserta sobre el contorno de la cavidad glenoidea y en la cara superficial del labrum glenoideo. Medialmente está en continuidad con el periostio escapular. Por arriba, llega a la base del proceso coracoides, cubriendo la inserción de la cabeza larga del bíceps braquial. Hacia abajo, se adhiere al tendón de la cabeza larga del tríceps braquial. Del lado del húmero, sigue el revestimiento cartilaginoso de la cabeza, excepto abajo y medialmente, donde se separa: esta disposición favorece la abducción del brazo.

La cápsula de la articulación glenohumeral es delgada y su laxitud es tal que permite la separación de las superficies por lo menos 2 cm. Por su parte lateral presenta íntimas conexiones con los músculos que vienen a fijarse en las tuberosidades del húmero: el subescapular, el supraespinoso e infraespinoso, y el redondo menor. En el punto en que se pone en contacto con estos tendones, la cápsula se fusiona con ellos.

Ligamentos (**figs. 55-5** a **55-7**). Están situados en la parte superior y anterior de la cápsula a la cual refuerzan:

A. Ligamento coracohumeral: es una lámina fibrosa, ancha, gruesa y resistente que se inserta sobre la base y el borde lateral del proceso coracoides, inmediatamente por debajo del ligamento coracoacromial. Se dirige en sentido lateral, donde encuentra a la cápsula, confundiéndose más o menos con su parte superior, y prolongándose lateralmente y un poco hacia abajo viene a terminar por su extremidad lateral en dos fascículos, uno sobre el tubérculo mayor del húmero y otro sobre el tubérculo menor. Ambos se encuentran reunidos por fibras transversales: ligamento humeral transverso. Este potente ligamento se considera como el vestigio de un fascículo humeral del músculo pectoral menor, cuya función pasiva completa la función activa del músculo supraespinoso en el sostén del húmero cuando este pende verticalmente a lo largo del cuerpo.

B. Ligamentos glenohumerales: cuando se examina la cápsula articular del hombro por su parte anterior, se observan en ella tres ligamentos fibrosos gruesos y resistentes, separados entre sí por porciones más delgadas. No aislables de la cápsula, pero circunscritos, han sido descritos por Farabeuf. Según su situación, se distinguen:

- **Ligamento glenohumeral superior:** se origina debajo y algo adelante del coracohumeral, de la parte superior del labrum glenoideo y de la superficie ósea por encima de la cavidad glenoidea, y se dirige de medial a lateral para insertarse en el cuello anatómico, entre la cabeza y el tubérculo menor del húmero; aquí se encuentra unido al ligamento coracohumeral por las fibras transversales que pasan en puente por el surco intertubercular: ligamento humeral transverso.
- **Ligamento glenohumeral medio:** se inserta en el labrum glenoideo al mismo nivel o algo por debajo del precedente; se dirige abajo y lateralmente para fijarse más ensanchado en el tubérculo menor del húmero por debajo del tendón del músculo subescapular, con el cual se confunde.
- **Ligamento glenohumeral inferior:** es el más largo, el más ancho y el más fuerte de los tres. Se inserta en toda la porción anterior del labrum glenoideo que se encuentra por debajo del proceso coracoides y en el cuello de la escápula. Desde aquí se dirige abajo y en sentido lateral para insertarse en la parte anterior e inferior del cuello quirúrgico, en el espacio comprendido entre la inserción del subescapular y la del redondo menor.

Entre los ligamentos superior y medio se encuentra el punto débil máximo de la cápsula, denominado “foramen oval” [de Weitbrecht], obliterado por el tendón del músculo subescapular.

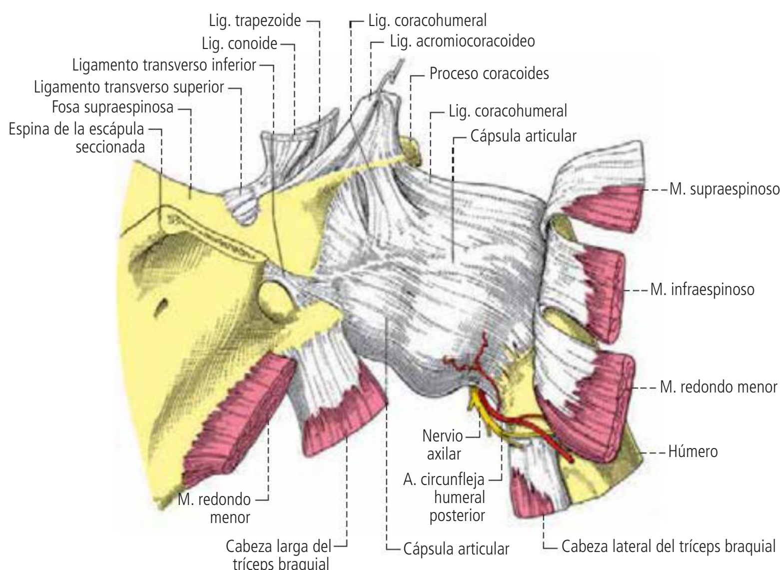


Fig. 55-6. **Articulación glenohumeral derecha, vista posterior.**

Estos ligamentos carecen de la firmeza necesaria para impedir las **luxaciones** anteriores de la cabeza humeral.

Sinovial

Tapiza la cara profunda de la cápsula y presenta las siguientes particularidades:

- Comunica adelante, a través del **foramen oval**, con una bolsa sinovial situada profundamente con respecto al músculo subescapular, la **bolsa subtendinosa del músculo subescapular**.
- A nivel de la inserción humeral de la cápsula, forma un receso que desciende hasta el cuello quirúrgico del hueso, en contacto durante el crecimiento con la parte medial del **cartílago epifisario**.

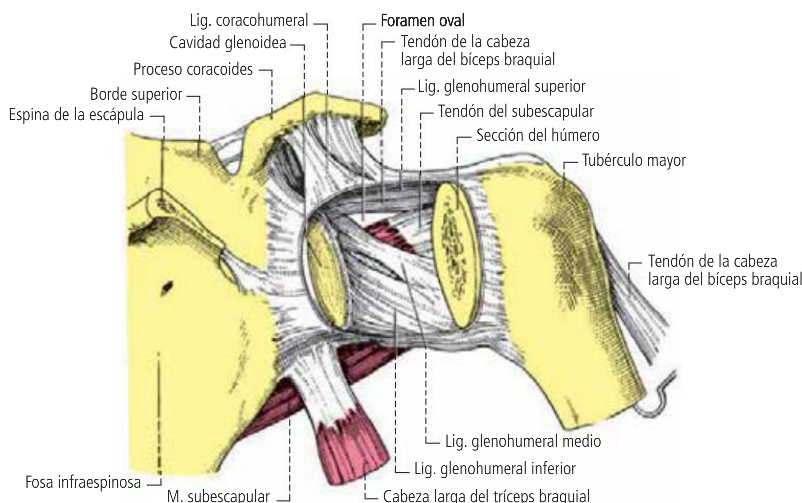


Fig. 55-7. **Articulación glenohumeral derecha, vista posterior. Se ha resecado la parte posterior de la cápsula y la cabeza humeral, lo que permite exponer el interior de la articulación y los ligamentos anteriores, vistos por su cara profunda.**

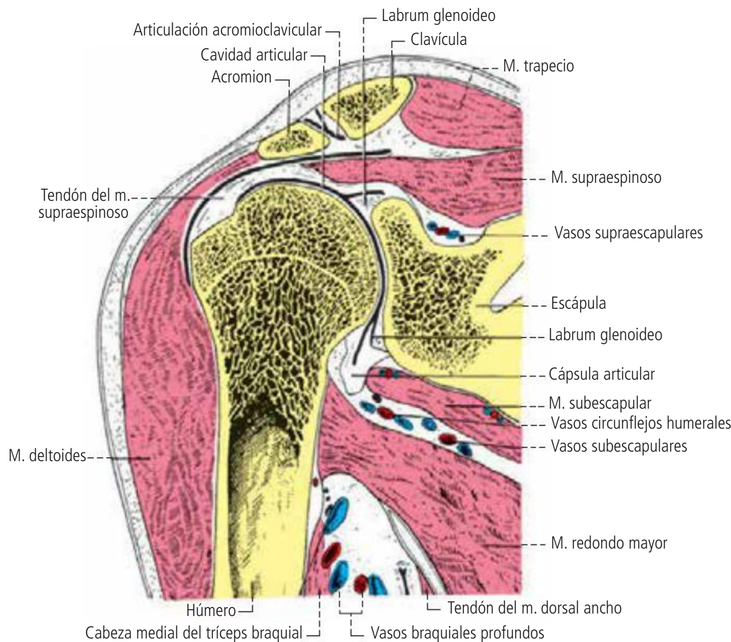


Fig. 55-8. **Corte coronal del hombro derecho en posición anatómica.**

– Rodea en su trayecto intraarticular al tendón de la cabeza larga del bíceps braquial. Este tendón, al salir de la cápsula, arrastra con él una prolongación sinovial que desciende muy abajo en el **surco intertubercular**, donde termina en un receso.

Relaciones

Se deben distinguir sus relaciones inmediatas (esenciales desde el punto de vista funcional) y sus relaciones a distancia (**figs. 55-8** y **55-9**).

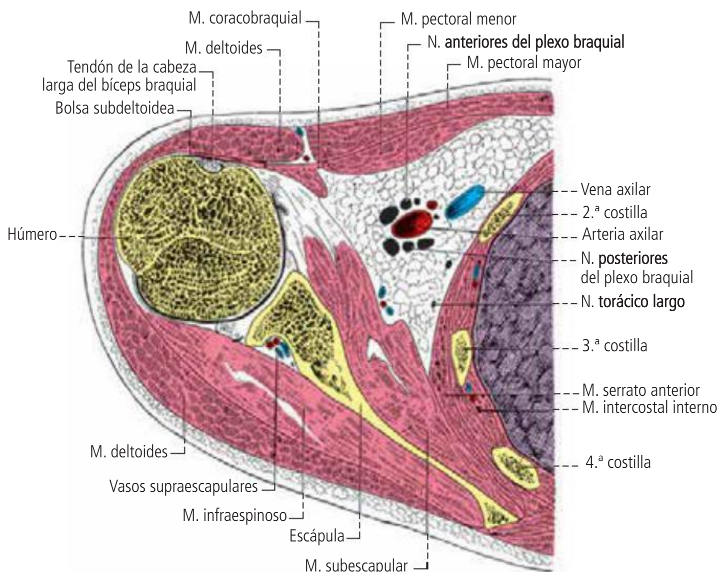


Fig. 55-9. **Corte horizontal del hombro derecho. Segmento superior visto por su cara inferior.**

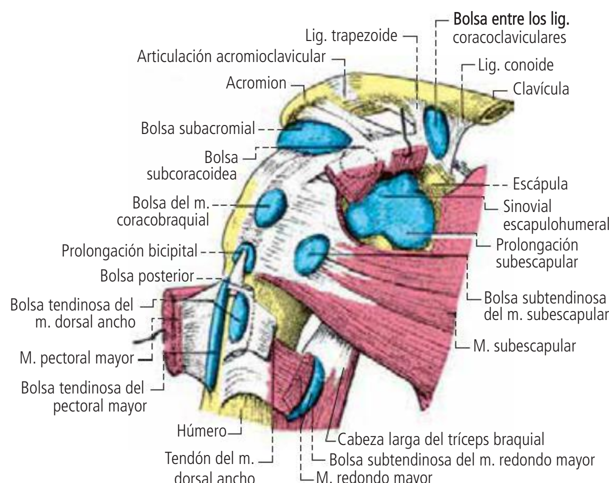


Fig. 55-10. Bolsas sinoviales de la articulación glenohumeral.

Relaciones inmediatas. Se han descrito antes las relaciones del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial. Se debe insistir también en la importancia de la corona muscular (**manguito rotador**) que tapiza a la cápsula articular de manera variable pero íntima. Esta constituye un refuerzo más eficaz que los engrosamientos fibrosos, pues está constituida por músculos firmes a los que se puede considerar como **ligamentos activos**:

- Por adelante: el **músculo subescapular** se adhiere a la cápsula justo hasta su terminación en el tubérculo menor del húmero; está en contacto con la sinovial por la bolsa serosa subescapular, a través del foramen oval.
- Por atrás: el **músculo redondo menor** y el **músculo infraespinoso**, oblicuos arriba y lateralmente, van a insertarse sobre el tubérculo mayor.
- Por arriba: el **músculo supraespinoso** se adhiere al ligamento coracohumeral. Constituye así un sostén para la cabeza humeral y actúa como un agente potente en la abducción del brazo.

Los músculos supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular son rotadores del hombro. La rotura traumática de este "**manguito rotador**" debilita de modo considerable la articulación.

Además, por abajo, la inserción escapular de la cabeza larga del músculo tríceps braquial se adhiere, como se ha visto, a la cápsula, reforzándola.

Relaciones mediatas. Separan la articulación de la superficie cutánea del hombro y tornan así difícil su abordaje:

- Por arriba: se encuentra el ligamento coracoacromial, cubierto por la bóveda acromioclavicular que excede en sentido lateral a la cabeza humeral. Está prolongada, abajo y lateralmente, por la capa muscular del **deltoides**, del cual la articulación está separada por la **bolsa subdeltoidea**.
- Lateralmente: la cubierta deltoidea se prolonga lejos, hacia abajo.
- Por adelante: se encuentra un primer plano muscular grueso, con el **fascículo anterior del deltoides** y el **fascículo clavicular del pectoral mayor**, separados por el surco deltopectoral que contiene a la vena cefálica. Un segundo plano está constituido por la rama lateral, oblicuamente descendente, del proceso coracoides, prolongado por el conjunto muscular del **coracobraquial** y la **cabeza corta del bíceps braquial**. Estos se hallan separados de la articulación por el **eje vasculonervioso axilar** (arteria y vena axilar, nervios del miembro superior originados del plexo braquial), que tiende a ubicarse delante de ella en los movimientos de abducción, mientras que quedan más bajos y mediales cuando el brazo pende a lo largo del cuerpo. De este eje vasculonervioso se originan los vasos y nervios que van a rodear la articulación por su cara inferior.
- Por abajo: la cápsula forma el lado superior del **espacio axilar lateral** (cabeza larga del tríceps braquial, redondo menor, redondo mayor y cápsula), donde pasan de adelante hacia atrás, y **en contacto estrecho** con la articulación, el **nervio axilar**, destinado al deltoides, y la **arteria circunfleja humeral posterio**.
- Por atrás: la articulación está oculta por los **fascículos humeral posteriores del deltoides**, profundamente a los cuales se expande el nervio axilar.

Vascularización e inervación

Arterias. Las arterias circunflejas anterior y posterior del húmero constituyen un círculo periarterial alrededor del cuello del hueso, de donde parten ramas para la articulación, que recibe también algunas ramas procedentes de atrás, originadas de la arteria supraescapular.

Nervios. Se originan sobre todo del nervio axilar, de modo más accesorio, del nervio supraescapular, enriquecido por fibras

simpáticas procedentes del ganglio cervicotorácico y de los primeros ganglios torácicos.

Bolsas serosas del hombro

Además de las bolsas serosas del subescapular y del tendón de la cabeza larga del bíceps (**fig. 55-10**), dependencias de la sinovial articular, se observan:

- **Bolsa subdeltoidea o subacromial:** entre la parte superior de la cápsula articular y la cara inferior del acromion, del ligamento coracoacromial y del deltoides.
- **Bolsa subcoracoidea:** entre la cápsula y la cara inferior del proceso coracoides.
- **Bolsas musculares:** entre el tendón del bíceps braquial, del coracobraquial y la cápsula articular; en el lado medial del coracobraquial por delante del subescapular; del **redondo mayor**, entre la cara posterior de este y la cabeza larga del tríceps; **posterior del dorsal ancho**, entre el tendón del redondo mayor y este músculo; **anterior del dorsal ancho**, entre el tendón de este, del coracobraquial y el tendón de la cabeza larga del bíceps braquial; del **pectoral mayor**, entre el tendón de este músculo y el tendón de la cabeza larga del bíceps braquial.

Anatomía funcional

Esta articulación, donde toda la anatomía está orientada hacia su **movilidad**, debe su firmeza a su aparato muscular. La articulación es, sin embargo, muy vulnerable y sus **luxaciones** son frecuentes, sobre todo hacia adelante y en sentido medial, con una tendencia hacia la recidiva.

La artrografía (**fig. 55-11**) puede prestar servicios en los desgarros o decolamientos traumáticos del aparato capsuloligamentoso. Las radiografías indicadas son las que se obtienen en proyecciones anteroposteriores (de frente) con el húmero en rotación medial o lateral. La proyección lateral (perfil) se efectúa con el brazo en abducción: la articulación debe ser suficientemente laxa.

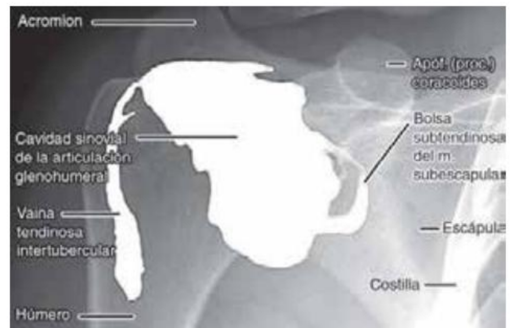


Fig. 55-11. Artrografía de frente del hombro derecho. Se observa el relleno con material de contraste de la cavidad sinovial de la articulación glenohumeral y de la vaina tendinosa intertubercular.

Músculos que unen la cintura pectoral al húmero y al tronco

La reunión de la cintura pectoral con el esqueleto del tronco se ve reducida a una sola articulación directa, la esternoclavicular. A su vez, entre el tronco y la cintura pectoral intervienen numerosos músculos robustos, que aseguran la movilidad de los huesos involucrados.

Se estudian aquí: los músculos que unen el esqueleto del tronco a la cintura; el músculo dorsal ancho, que une el esqueleto axial al húmero, y los músculos que unen la cintura pectoral al húmero.

MÚSCULOS QUE UNEN EL TRONCO A LA CINTURA PECTORAL

Existen seis, dispuestos en tres planos: un plano superficial: **trapecio**; un plano medio: **romboides** y **elevador de la escápula**, y un plano profundo: **serrato anterior**, **pectoral menor** y **subclavio**. Los músculos esternocleidomastoideo (insertado en la clavícula) y omohioideo (insertado en la escápula) se han estudiado en músculos de la región lateral del cuello y músculos infrahioideos.

Músculo trapecio

Músculo superficial, cervicodorsal, dispuesto en forma de una amplia capa muscular triangular, cuya base se extiende desde el occipital hasta la última vértebra torácica y cuyo vértice se sitúa a nivel de la articulación acromioclavicular.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones axiales o mediales. Desde arriba hacia abajo (**fig. 55-12**), se encuentran:

- Entre las líneas nucales suprema y superior del hueso occipital.
- En la protuberancia occipital externa.
- En el ligamento nucal, que une la protuberancia occipital externa con el proceso [apófisis] espinoso de la 7.ª vértebra cervical y con los procesos espinosos de las otras vértebras cervicales, disponiéndose en sentido sagital hacia la fascia superficial.
- En los procesos espinosos de todas las vértebras torácicas y de todos los ligamentos interespinosos correspondientes.

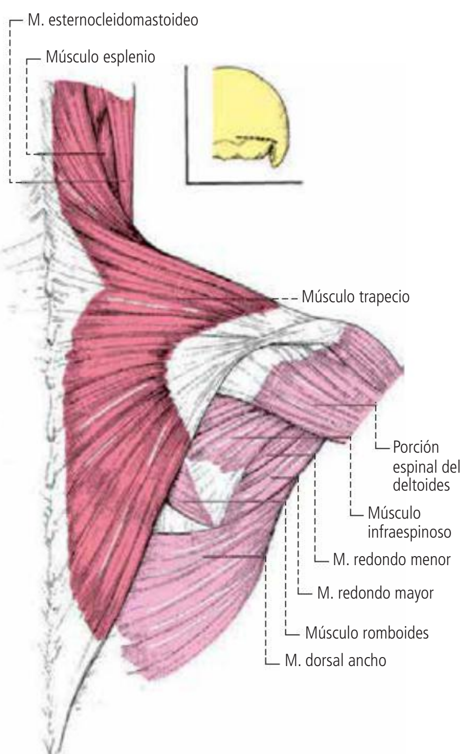


Fig. 55-12. Músculo trapecio, vista posterior. En el recuadro, su inserción occipitotemporal.

Las inserciones superiores son gruesas, mientras que las inserciones vertebrales se realizan por una lámina tendinosa delgada.

Cuerpo muscular. Este es muy robusto y espeso, sobre todo en su parte superior. Aquí las fibras musculares descienden oblicuas en sentido lateral. En la parte mediana, las fibras son transversales, para hacerse oblicuamente ascendentes en la parte inferior del músculo.

Inserciones distales o laterales. Se disponen:

- Los **fascículos superiores** (porción descendente) van al tercio lateral del borde posterior de la **clavícula** y a su cara superior.
- Los **fascículos medios** (porción transversa) se insertan en el borde posterior del **acromion** y en la parte vecina de la **espina de la escápula** (labio superior) en toda su extensión.
- Los **fascículos inferiores** (porción ascendente) terminan en una **fascia triangular** que se desliza sobre la terminación medial de la espina de la escápula y por último van a insertarse en esta.

Relaciones

Se distinguen dos caras y tres bordes:

A. **Cara superficial**: subcutánea, responde a la región posterior y superior del dorso.
B. **Cara profunda:** cubre, arriba, los músculos de la nuca, el elevador de la escápula, el esplenio y el semiespinoso de la cabeza. Más abajo cubre los músculos espinoso, longísimo e iliocostal del tórax, de los que está separado por las inserciones vertebrales de los romboides y del dorsal ancho. Lateralmente, el músculo se relaciona en profundidad con la región supraescapular, con la fosa supraespinosa y con la parte superior y medial de la infraespinosa.
C. **Borde anterior:** particularmente grueso, está situado por detrás y encima de la clavícula. Levanta los tegumentos y contribuye a la forma del hombro. Está separado del borde posterior del esternocleidomastoideo por un espacio triangular de vértice superior (en la mastoides, donde ambos músculos contactan), y de base inferior (clavicular): es el **triángulo supraclavicular**, región lateral del cuello. Entre ambos músculos se extiende la **lámina superficial de la fascia cervical**, desdoblada adelante para contener al esternocleidomastoideo y atrás, al trapecio.
D. **Borde inferior:** es oblicuo de abajo hacia arriba y de medial a lateral. Entre él y el borde superior del músculo dorsal ancho hay un espacio triangular abierto arriba y lateralmente, llenado por la fascia que une a ambos músculos.
E. **Borde medial:** corresponde a las inserciones axiales del músculo, donde este se encuentra en contacto con su homólogo opuesto sobre los procesos espinosos.

Inervación

Por su cara profunda, no lejos de su borde anterior, recibe el ramo lateral del **nervio accesorio**. Hacia arriba, del plexo cervical, ramos anteriores del 2.º, el 3.º y el 4.º nervio cervical se unen al accesorio, y le llega por su cara profunda el **nervio del trapecio**.

Vascularización

Asegurada por la arteria dorsal de la escápula, rama de la arteria subclavia, penetra en el músculo a nivel del ramo terminal del nervio accesorio.

Acción

Cuando toma punto fijo en el eje del tronco, eleva el hombro y acerca la escápula a la columna vertebral. Fijado en la cintura pectoral, extiende la cabeza, haciéndola girar en sentido contralateral. La porción descendente es rotadora superior de la escápula y la porción ascendente es rotadora inferior.

Músculo romboides

Subyacente al trapecio, está situado en la parte inferior de la nuca y en la superior de la región dorsal del tórax, y se extiende desde la columna vertebral hasta el borde espinal de la escápula (**fig. 55-13**).

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones mediales. Por una lámina fibrosa, delgada pero sólida, el músculo se inserta en la parte inferior del ligamento de la nuca, en los procesos espinosos de la 7.ª vértebra cervical a la 5.ª torácica, así como en los ligamentos que los unen.

Cuerpo muscular. Aplanado y cuadrilátero, sus fibras se dirigen oblicuas abajo y en sentido lateral. Las fibras que emanan de las inserciones superiores se distinguen a veces en un fascículo

diferente: el **romboides menor**, suprayacente al **romboides mayor**, más voluminoso.

Inserciones escapulares o laterales. Se sitúan en el borde medial de la escápula, desde la espina hasta el ángulo inferior del hueso. Estas inserciones son posteriores en relación con las del serrato anterior y mediales con respecto a las del músculo infraespinoso.

Relaciones

Separado de los tegumentos por el trapecio, cubre a su vez los músculos espinoso, longísimo e iliocostal del tórax, el esplenio de la cabeza, al serrato posterior y superior, las costillas y los intercostales externos a este nivel. Está separado por un plano de tejido laxo y por la fascia torácica. Su borde superior está cerca del borde inferior del músculo elevador de la escápula; su borde inferior se prolonga, por debajo del dorsal ancho, mediante una lámina conectiva que se adelgaza poco a poco.

Inervación

Está asegurada por el **nervio dorsal de la escápula**, ramo colateral del plexo braquial, originado del ramo anterior del 5.º nervio cervical, nervio común a este músculo y al elevador de la escápula. Aborda al músculo por su cara superficial.

Vascularización

El músculo recibe numerosas ramas de la arteria dorsal de la escápula, rama de la arteria subclavia.

Acción

Tomando como punto de apoyo la columna vertebral, desplaza la escápula medialmente. Su contracción bilateral acerca las escápulas hacia el plano mediano. Además, lleva la punta de la escápula hacia arriba y en sentido medial, lo que facilita los movimientos del brazo en dirección al dorso e imprime a la escápula un movimiento de báscula que contribuye al descenso del hombro.

Músculo elevador de la escápula [angular del omóplato]

Situado en la parte lateral de la nuca, subyacente al trapecio, une el ángulo superomedial de la escápula a la mitad superior de la columna vertebral cervical.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones superiores (**fig. 55-14**). Están constituidas por cuatro o cinco lengüetas que se insertan en los procesos transversos del atlas y en los tubérculos posteriores de los procesos transversos de C2, C3 y C4, a veces en C5.

Cuerpo muscular. Aplanado y estrecho, se dirige oblicuo abajo y lateralmente hacia el ángulo superomedial de la escápula.

Inserciones inferiores. El músculo se fija en el ángulo superomedial de la escápula y en la parte del borde medial del hueso situada encima de la espina.

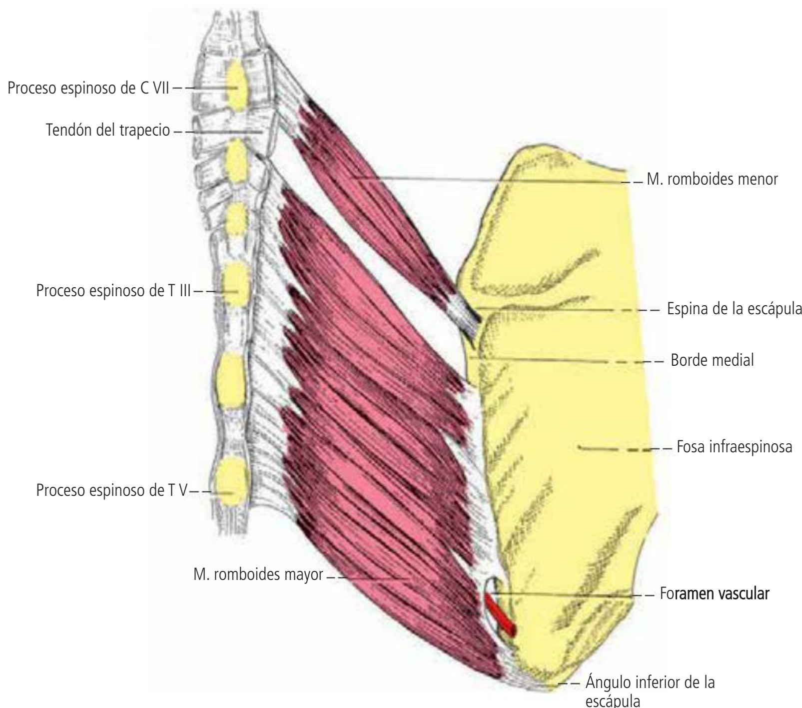


Fig. 55-13. Músculo romboides.

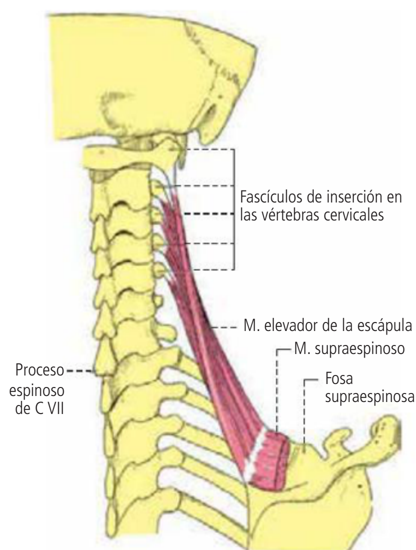


Fig. 55-14. Músculo elevador de la escápula, vista posterior.

Relaciones

Profundamente situado por debajo del trapecio, está interpuesto entre los músculos de la nuca atrás y los músculos escalenos adelante. Cruza por atrás la parte posteromedial de los primeros espacios intercostales.

Inervación

La inervación para el elevador de la escápula proviene del **nervio dorsal de la escápula**. Originado del 5.º nervio cervical, llega al músculo por su cara anterolateral.

Vascularización

Procede de la arteria dorsal de la escápula. Además, recibe ramas de las arterias de la vecindad.

Acción

Cuando toma su punto fijo en la columna cervical, el músculo atrae hacia arriba y medialmente el ángulo superior de la escápula, en tanto hace descender el hombro. Cuando toma su punto fijo en la escápula, inclina hacia su lado la columna cervical.

Músculo serrato anterior [mayor]

Es un músculo ancho, radiado y potente que une el borde medial de la escápula al tórax (**fig. 55-15**).

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones escapulares. Se extienden a lo largo del borde medial de la cara anterior, medialmente al subescapular. En esta inserción se distinguen: un **grupo superior**, que se inserta cerca del ángulo superomedial; un **grupo medio**, insertado sobre el labio anterior del borde espinal; un **grupo inferior**, más grueso, que llega al ángulo inferior de la escápula.

Cuerpo muscular. Los tres grupos son más o menos diferenciados: el **superior** es oblicuo arriba y adelante, hacia las dos primeras costillas; el **medio** es horizontal, orientado adelante hacia las costillas 3.ª y 4.ª; el **inferior** es el más voluminoso, oblicuo abajo y adelante desde la 5.ª hasta la 9.ª. El músculo así constituido se aplica alrededor del tórax, de atrás hacia adelante y de medial a lateral.

Inserciones costales. Estas se efectúan por las **digitaciones** del serrato anterior, insertadas en el borde inferior y en la cara lateral de las costillas, de la 2.ª a la 9.ª, y en los arcos fibrosos intercostales. La inserción en la 1.ª costilla es inconstante. Hacia abajo, las digitaciones del serrato anterior están imbricadas con las del oblicuo externo del abdomen.

Relaciones

El músculo posee dos caras y dos bordes:

A. Cara medial: está apoyada sobre la caja torácica, de la que la separa el plano conectivo de deslizamiento serratotorácico. Los **vasos y nervios perforantes intercostales** atraviesan este plano no lejos de las inserciones costales. Esta cara del músculo está en relación directa con las costillas y los espacios intercostales (músculos intercostales externos), el músculo serrato posterior superior y la extremidad inferior del escaleno posterior.

B. Cara lateral: está cubierta adelante y arriba por el pectoral mayor, el pectoral menor y el músculo subescapular, que tapiza la cara anterior de la escápula y con la que forma un ángulo abierto hacia adelante y lateralmente, ocupado por la fosa axilar. El serrato anterior constituye su pared medial. Las primeras digitaciones están así en relación con la arteria y la vena axilares y con los fascículos del plexo braquial. A la cara lateral siguen, de arriba hacia abajo, el nervio torácico largo, atrás, y la arteria y la vena torácica lateral, adelante.

C. Borde superior: constituye, junto con el borde inferior del músculo subclavio (situado por encima de este), el espacio por el cual comunica la fosa axilar con la fosa supraclavicular.

D. Borde inferior: cruza en ángulo recto al dorsal ancho. Móvil con los movimientos de la escápula, marca el límite entre la región posterior y la región anterolateral inferior de la caja torácica.

Inervación

El **nervio torácico largo** [nervio respiratorio de Charles Bell] se origina de C5, C6 y C7, raíces del plexo braquial. Transita de arriba hacia abajo por la cara lateral del músculo, enviando filetes muy finos a las digitaciones del serrato anterior.

Vascularización

Proviene de la toracodorsal, de la torácica lateral y de las ramas perforantes de las arterias intercostales posteriores.

Acción

Esta es compleja y se ejerce de dos maneras distintas:

A. Cuando el músculo tiene su punto de apoyo en la escápula, el serrato anterior levanta las costillas: es **inspirador**. Esta es una acción accesoria que no interviene sino en la inspiración forzada.

B. Cuando toma su punto de apoyo en el tórax: aplica la escápula contra el tórax en todos los movimientos del brazo.

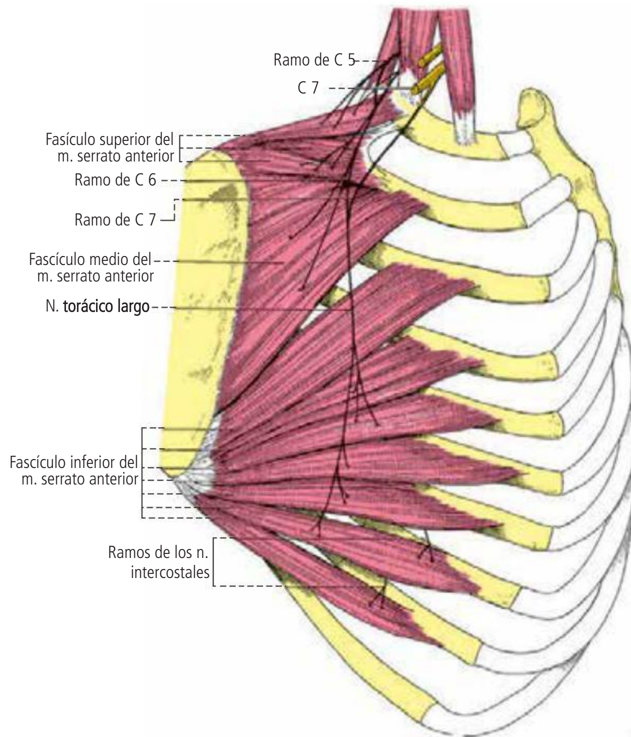


Fig. 55-15. **Músculo serrato anterior y su inervación, vista lateral. Se ha separado la escápula del tórax y se la ha movido lateralmente.**

Contribuye a la oscilación de la escápula en todos los movimientos de **abducción** del húmero, descendiendo el ángulo superomedial por sus fascículos superior y medio y elevando el ángulo inferior por su fascículo inferior, que conduce igualmente la escápula hacia adelante.

Músculo pectoral menor

Une la caja torácica al proceso [apófisis] coracoides de la escápula, ubicado más profundamente que el pectoral mayor (**figs. 55-16** y **55-17**).

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones costales. Se hacen por tres lengüetas fibromusculares que se insertan en la cara lateral y en el borde superior de las 3.ª, 4.ª y 5.ª costilla.

Cuerpo muscular. El cuerpo carnoso que resulta de la reunión de estos fascículos es aplanado, triangular, y se dirige en forma oblicua ascendente lateralmente y algo hacia atrás.

Inserción escapular. Se efectúa en la mitad anterior del borde medial del proceso coracoides, mediante un fuerte tendón que se ubica medial a la inserción conjunta del coracobraquial y de la cabeza corta del bíceps braquial.

Relaciones

El pectoral menor, situado profundamente en relación con el pectoral mayor, forma parte de la pared anterior de la fosa axilar. Por su cara profunda cubre medialmente los espacios intercostales, las costillas y el serrato anterior; en sentido más lateral, al eje vasculonervioso contenido en la fosa axilar. Por su borde superior limita el **espacio clavipectoral**, ocupado por la fascia del mismo nombre, y por donde atraviesan la vena cefálica y la arteria toracoacromial. La **fascia clavipectoral** se desdobla en el borde superior del músculo y lo contiene, se continúa hacia la piel de la base de la axila y lateralmente, dando origen a una formación triangular: el **ligamento suspensorio de la axila**.

Inervación

La inervación del pectoral menor está provista por el **nervio pectoral medial**, procedente del fascículo medial del plexo braquial (C8 y T1). Llega al músculo, sea en forma directa o por intermedio de un ramo comunicante que lo une con el nervio pectoral lateral: el asa de los pectorales.

Vascularización

Proviene de las colaterales de la arteria toracoacromial, con la denominación de ramas pectorales.

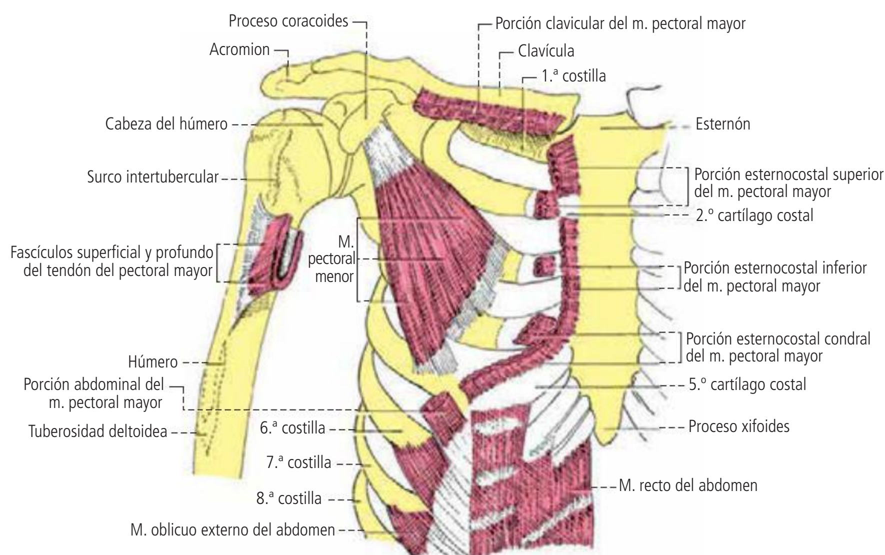


Fig. 55-16. Músculo pectoral menor, vista esquemática.

Acción

Cuando su punto fijo es en las costillas, este músculo mueve hacia adelante el proceso coracoides y desciende la escápula. Si este punto se halla fijo y su punto de apoyo es el proceso coracoides, el músculo pectoral menor levanta las costillas y se hace **inspirador**.

Músculo subclavio

Es un músculo pequeño, poco importante desde el punto de vista funcional, pero cuyo interés es sobre todo topográfico. Se extiende desde el 1.er cartílago y la 1.ª costilla hasta la cara inferior de la clavícula.

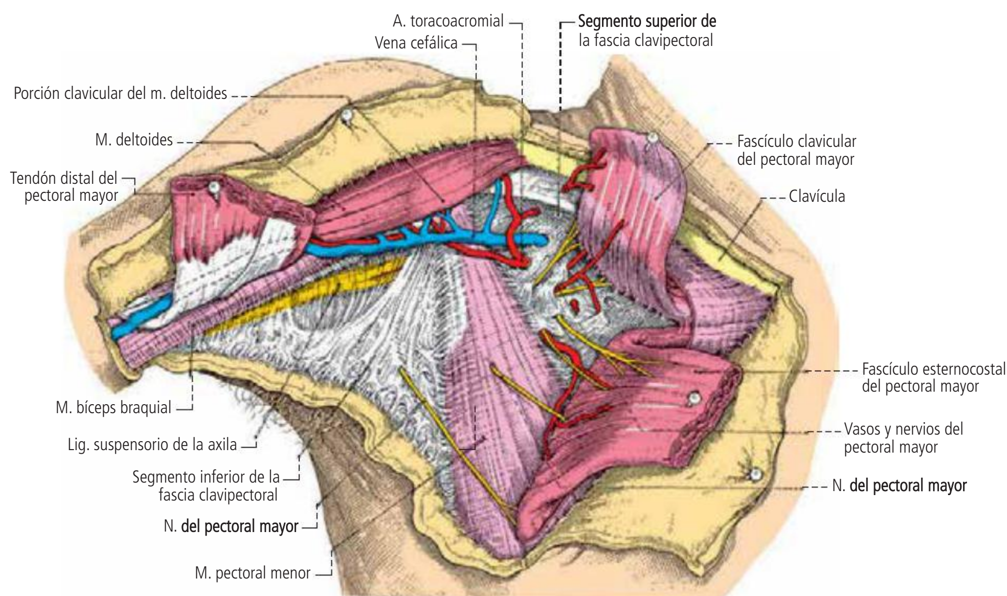


Fig. 55-17. Disección de la fosa axilar. Vista anterior.

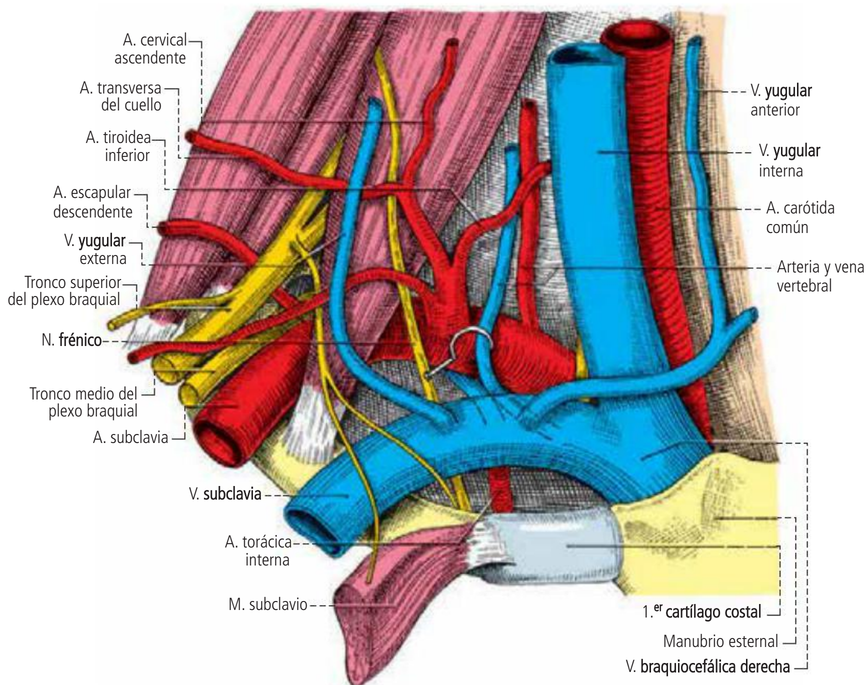


Fig. 55-18. Origen del músculo subclavio derecho, vista anterior (según Paturet).

Inserciones y constitución anatómica

Se origina medialmente y abajo sobre la cara superior del **primer cartílago costal** y sobre la parte adyacente de la 1.ª costilla (**fig. 55-18**). El **cuerpo muscular**, fusiforme, está extendido oblicuamente lateral, atrás y algo arriba. Se fija en la parte media de la cara inferior de la **clavícula**. Algunas de sus fibras se continúan hasta alcanzar los ligamentos coracoclaviculares.

Relaciones

Está oculto por la clavícula y el pectoral mayor. Rodeado por la fascia del subclavio, dependencia de la fascia clavipectoral, está fijado a la clavícula. El músculo subclavio contribuye a delimitar, con la 1.ª digitación del serrato anterior, la comunicación entre la fosa supraclavicular mayor y la fosa axilar, espacio ocupado por la arteria y la vena subclavias que se hacen así axilares, y los troncos del plexo braquial que llegan a la axila formando los fascículos posterior, lateral y medial.

Inervación

El músculo recibe al **nervio subclavio**, un ramo originado del tronco superior del plexo braquial (C5 y C6), que desciende delante de los vasos subclavios. Un ramo comunicante lo une al nervio frénico.

Vascularización

La proporciona por una pequeña rama clavicular de la toracoacromial, originada de la arteria axilar.

Acción

Es escasa. Según parece, al contraerse desciende la clavícula en la cual se inserta y baja, al mismo tiempo, el hombro.

MÚSCULOS QUE UNEN EL TRONCO AL HÚMERO

Estos son el músculo dorsal ancho y el músculo pectoral mayor. Este último, que se inserta igualmente en la clavícula, se estudiará en el capítulo siguiente.

Músculo dorsal ancho (latísimo del dorso)

Se ubica en el dorso, en la parte posterior e inferior del tronco, luego pasa a la región axilar, para terminar en el húmero. Constituye una lámina muscular muy extendida, delgada y triangular con base axial y vértice braquial.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones inferomediales (**figs. 55-19** y **55-23**). El **músculo dorsal ancho** se inserta:

- En los **procesos espinosos** de las seis o siete últimas vértebras torácicas, de las cinco vértebras lumbares y en los ligamentos interespinosos correspondientes.

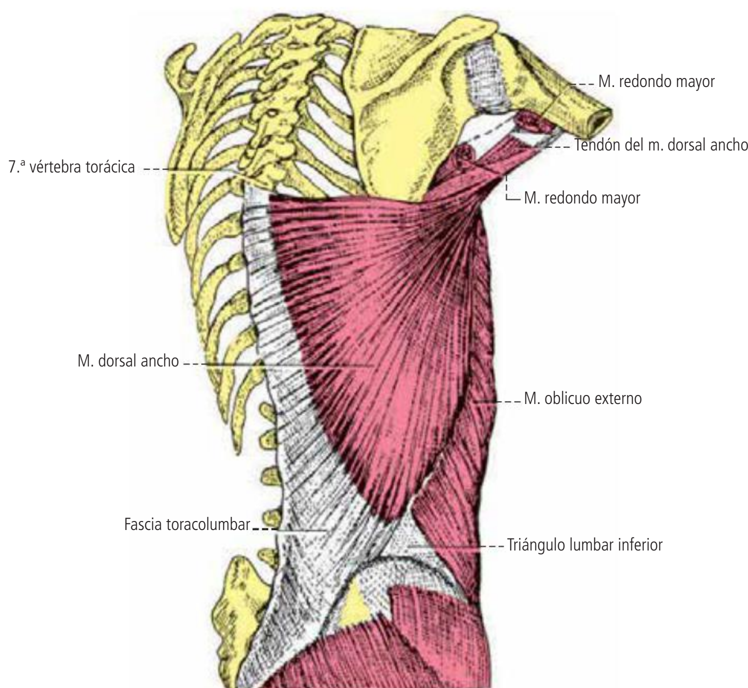


Fig. 55-19. Músculo dorsal ancho.

- En la **cresta mediana del sacro**.
- En el tercio posterior del labio externo de la **cresta ilíaca**.
- En la cara posterolateral de las cuatro últimas costillas.
- Más raramente, en el ángulo inferior de la escápula.

Constitución anatómica. La inserción vertebral e ilíaca se efectúa por una lámina fibrosa delgada, la **fascia toracolumbar**. El músculo se desprende de ella. Es plano y triangular. Sus fibras se dirigen:

- Las **superiores**, con dirección horizontal, hacia adelante.
- Las **inferiores**, en sentido vertical.
- Las **medias**, oblicuas hacia arriba lateralmente y adelante.

Las fibras superiores pasan sobre el ángulo de la escápula, donde de manera variable pueden insertarse, con escasa frecuencia. Luego, las fibras alcanzan el músculo redondo mayor y lo contornean de abajo hacia arriba, para situarse delante de él. Las fibras musculares efectúan un movimiento de torsión, por el cual las fibras inferiores pasan a ser superiores, y a la inversa para las superiores. Luego estas se condensan en un tendón terminal aplanado y cuadrilátero.

Inserción humeral. El tendón terminal pasa medialmente al húmero para alcanzar su cara anterior, por delante del tendón del músculo redondo mayor, para terminar en el **fondo del surco intertubercular**. Por su extremidad superior puede emitir una expansión fascial que lo une al tubérculo menor del húmero.

Relaciones

En el dorso. Es **superficial**, envuelto por una fascia que desciende del trapecio y se desdobla en su borde superior. Este se halla separado del trapecio por un espacio triangular. Por su **cara profunda** cubre sucesivamente el músculo erector de la columna, el serrato posterior inferior, la caja torácica por abajo y lateralmente y, por último, el fascículo inferior del músculo serrato, al que cruza en ángulo recto. Por su **borde inferior** forma con el borde superior de la cresta ilíaca y el borde posterior del músculo oblicuo externo el triángulo lumbar inferior [triángulo de Jean-Louis Petit].

En la región axilar. Contribuye a formar la **pared posterior** de la fosa axilar. Por su **borde medial**, adosado al músculo redondo mayor que se separa del músculo redondo menor para formar un espacio triangular entre los músculos redondos (véase **fig. 55-23**). El tendón de la cabeza larga del tríceps braquial divide el **triángulo de los redondos** en dos espacios. Un espacio triangular entre la escápula y la cabeza larga del tríceps, **espacio axilar medial** [triángulo omotricipital], por el que pasa la **arteria circunfleja de la escápula**, rama de la subescapular. Y otro espacio comprendido entre los músculos redondos, la cabeza larga del tríceps medialmente y el húmero lateralmente, **espacio axilar lateral** [cuadrilátero de Velpeau], por el que pasan los **vasos circunflejos humerales posteriores** y el **nervio axilar**. Estos espacios comunican la fosa axilar, adelante, con la región posterior del hombro. La **cara anteromedial** forma un surco entre el dorsal ancho y el subescapular, por donde transitan los vasos y el nervio toracodorsales.

Más arriba, esta cara es cruzada por el eje vasculonervioso de la fosa axilar, cuando llega a la raíz del brazo y, en particular, por el **nervio radial**.

Su **borde inferior** limita con el húmero y la cabeza larga del tríceps braquial y el redondo mayor, a este nivel, el **espacio axilar inferior** [triángulo humerotricipital], por donde pasan el **nervio radial** y la **arteria braquial profunda**, que se dirigen a la cara posterior del brazo.

Inervación

Este músculo que llega tan caudalmente en el tronco recibe su nervio motor en la axila. Este tiene su origen en el fascículo posterior del plexo braquial (C7, C8), el **nervio toracodorsal** que desciende delante del subescapular, de arriba hacia abajo y de medial a lateral antes de alcanzar la cara anteromedial del músculo.

Vascularización

Las arterias le llegan al músculo a diferentes niveles: en la región dorsal, proceden de las arterias intercostales; en la región axilar, de la arteria toracodorsal.

Acción

Músculo potente, es aductor del brazo y rotador medial del húmero. Acerca el brazo al cuerpo y lo lleva al mismo tiempo hacia atrás. En la acción de trepar, tomando punto de apoyo en el húmero, contribuye eficazmente a levantar el tronco.

MÚSCULOS QUE UNEN LA CINTURA PECTORAL AL HOMBRO

Los músculos que unen la cintura pectoral al hombro son ocho; dos son superficiales: el **deltoides** y el **pectoral mayor**; seis son profundos: el **subescapular** adelante, el **supraespinoso** atrás y arriba, el **infraespinoso**, el **redondo menor** y el **redondo mayor** atrás y por último, el **coracobraquial**.

Músculo deltoides

Tiene la forma de un semicono hueco, que rodea la articulación del hombro y une la cintura pectoral a la diáfisis humeral.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones superiores. El músculo se inserta (**fig. 55-20**):

- En el tercio lateral del borde anterior y cara superior de la **clavícula**.
- En el borde lateral del **acromion**.
- En el labio inferior del borde posterior de la **espina de la escápula** en toda su extensión.

Se notará que estas inserciones enfrentan exactamente las del trapecio (músculo cefalohumeral de ciertos cuadrúpedos); se realizan por fibras cortas y muy potentes.

Constitución anatómica. Tres porciones pueden identificarse en esta línea de inserciones: una clavicular, una acromial y una espinosa. Las tres están reunidas por una **fascia deltoidea** que se caracteriza por el hecho de enviar tabiques entre los fascículos musculares. Sus direcciones son convergentes y por lo tanto, diferentes: los fascículos anteriores oblicuos abajo, lateral y atrás; los fascículos medios verticales y los fascículos posteriores, oblicuos abajo, lateral y adelante.

Inserción inferior. El músculo está condensado en un tendón único que se inserta en la cara lateral del húmero, siguiendo la línea cóncava arriba de la **tuberosidad deltoidea** [V deltoidea]: la parte clavicular sobre la rama anterior, la parte de la espina de la escápula sobre la rama posterior y la parte acromial sobre el vértice de la tuberosidad deltoidea.

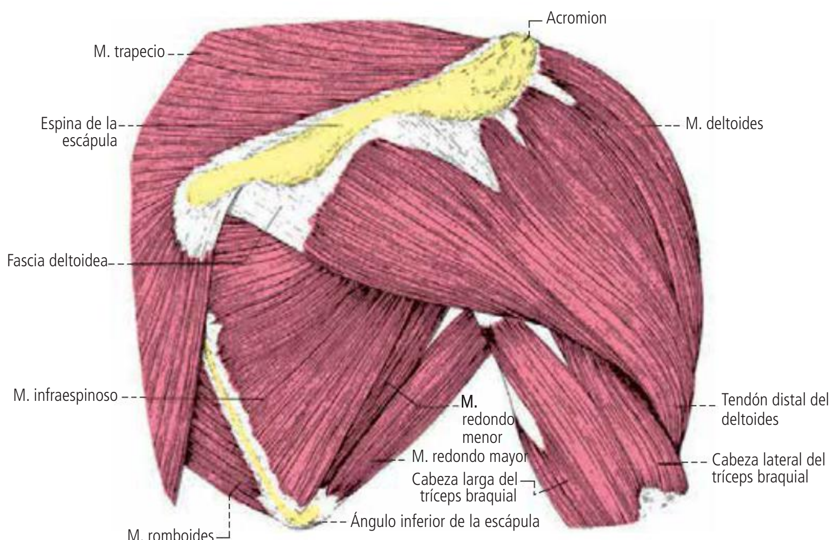


Fig. 55-20. Músculos del hombro, vista posterior.

Relaciones

Se las puede describir según las dos caras, los dos bordes y el vértice del músculo:

A. Cara superficial: es subcutánea; da su forma a la región deltoidea.

B. Cara profunda: cubre la articulación del hombro, de la que está separada por la **bolsa subdeltoidea**, que es una formación autónoma, suscitada por los movimientos del brazo, la cual puede sufrir alteraciones patológicas propias (periartritis escapulohumeral). Por su intermedio, el deltoides cubre atrás: a los músculos infraespinoso, redondos menor y mayor y la cabeza larga del tríceps braquial; en la parte media: el supraespinoso, luego la cabeza humeral, el tubérculo mayor del húmero, el surco intertubercular; adelante: el proceso coracoides y los músculos que en él se insertan, el tendón terminal del subescapular, el tubérculo menor y la inserción humeral del músculo pectoral mayor.

C. Borde posterior: tiene una dirección que cambia con la posición del brazo. Cruza a los músculos posteriores, así como la cabeza larga del tríceps, de la que está separado por un espacio que puede utilizarse para descubrir el nervio radial por vía posterior.

D. Borde anterior: está separado del pectoral mayor hacia la clavícula por el **surco deltopectoral**, variable en amplitud, que alberga la vena cefálica, la rama deltoidea de la toracoacromial y ramos de los nervios supraclaviculares del plexo cervical y nodos superficiales.

E. Vértice: se introduce como una cuña en el borde superior del músculo braquial, que presenta para recibirlo una forma de V.

Inervación

La proporciona el **nervio axilar**, ramo del fascículo posterior del plexo braquial (C5, C6). Llega al músculo por su cara profunda y por atrás, después de haber atravesado el espacio axilar lateral.

Vascularización

El deltoides recibe ramas de la **arteria circunfleja humeral posterior**, rama colateral de la arteria axilar. Esta arteria sigue el mismo trayecto que el nervio axilar. En el deltoides, se anastomosa con la arteria circunfleja humeral anterior (círculo perihumeral).

Acción

Es **abductor del brazo**, que puede levantar, sea transversalmente, hacia adelante o hacia atrás, según los fascículos que se contraigan.

Músculo pectoral mayor

Las porciones que constituyen este voluminoso músculo son: clavicular, esternocostal y abdominal. Juntas terminan en el húmero por un tendón común.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones mediales. Se distinguen (**figs. 55-21** y **55-22**):

- Una **porción clavicular:** que se inserta en los dos tercios mediales del borde anterior de la clavícula, y que excede hacia la cara superior.
- Una **porción esternocostal:** se inserta en la cara anterior del esternón y más profundamente, a través de cortas lengüetas musculares, en la cara anterior de las siete primeras costillas y en sus cartílagos.
- Una **porción abdominal:** insertada en la cara anterior de la vaina del músculo recto del abdomen.

Constitución anatómica. De esta amplia superficie de inserción parten fibras musculares dispuestas en abanico. Cuando el brazo pende a lo largo del cuerpo, las fibras más altas son ligeramente descendentes laterales; las fibras medias adoptan una dirección transversal lateralmente; las fibras inferiores ascienden en sentido lateral. Todas las fibras musculares se concentran en un tendón en forma de U (si se lo secciona transversalmente), de las cuales su rama anterior es netamente más gruesa que la rama posterior; en ella terminan las fibras que se originan en la clavícula y en el tercio superior del esternón. Las fibras ascendentes, al llegar a la axila, pasan debajo de las primeras y se cruzan formando la lámina posterior. Las dos láminas constitutivas del tendón se hallan separadas una de la otra por tejido adiposo. De ordinario, puede observarse una pequeña separación entre los fascículos claviculares y esternocostales del músculo. El pectoral mayor se encuentra envuelto en una fascia que le es propia.

Inserción lateral. El tendón de terminación se inserta en el **labio lateral del surco intertubercular del húmero**, pasando por delante de los tendones adosados del redondo mayor, del dorsal ancho y del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial, contenido en este surco.

Relaciones

Se estudian las relaciones de las caras superficial y profunda, y las de los bordes, superior e inferior:

A. Cara anterior: es superficial. El músculo dibuja su relieve bajo la piel y la tela subcutánea de la región anterolateral del tórax. Está oculto en gran parte por la glándula mamaria si esta se encuentra desarrollada.

B. Cara profunda: responde medialmente al esternón, los cartílagos, las costillas y los espacios intercostales, y el pectoral menor. Lateralmente, se separa del tórax y constituye el primer plano de la **pared anterior de la fosa axilar**. Esta cara está separada de su contenido (eje vasculonervioso, grasa, nodos linfáticos) por el pectoral menor y la fascia clavipectoral. Cerca de su inserción humeral, el músculo cruza el eje vasculonervioso.

C. Borde superior: está separado del borde del deltoides por el surco deltopectoral.

D. Borde inferior: sucesivamente en contacto con el recto del abdomen y el oblicuo externo del abdomen, y luego con el músculo serrato anterior, se separa del tórax y forma un relieve saliente, visible y palpable bajo la piel, que limita abajo y adelante la cavidad de la fosa axilar.

Inervación

El **nervio pectoral lateral** se origina del fascículo lateral del plexo braquial (C5, C6 y C7). Llega al músculo por su cara profunda, después de haber atravesado la fascia clavipectoral. Se distinguen: un **ramo superior** para la porción clavicular y un **ramo inferior** que pasan por delante de la arteria axilar, para dirigirse hacia la cara profunda del músculo. El nervio pectoral medial se comunica con el nervio pectoral lateral (asa de los pectorales). De aquí parten nervios que atraviesan el pectoral menor y terminan en la cara profunda del pectoral mayor.

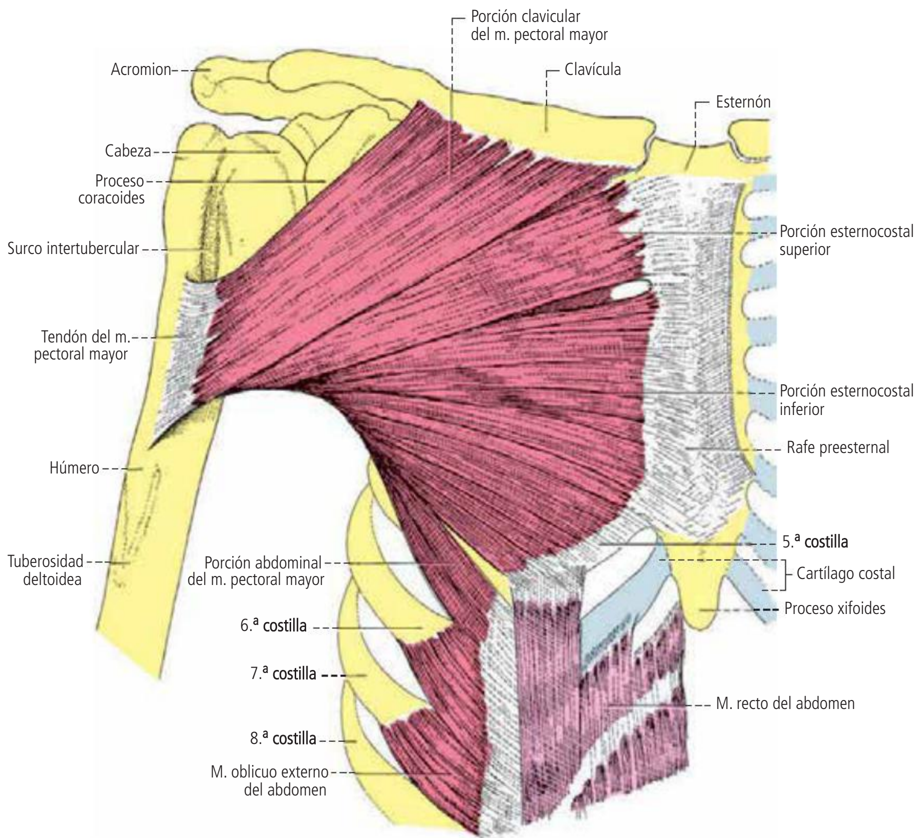


Fig. 55-21. Músculo pectoral mayor.

Vascularización

Recibe a la **rama pectoral de la arteria toracoacromial**, a su vez rama de la arteria axilar. Está igualmente vascularizado por pequeñas arterias perforantes procedentes de las arterias intercostales en las proximidades esternocondrales.

Acción

Tomando su punto fijo sobre el tórax y la clavícula, es **aductor del brazo** y lleva al mismo tiempo hacia adelante el hombro. Cuando el brazo está en rotación lateral, contribuye a llevarlo hacia la **rotación medial**. Puede asimismo tomar su punto fijo en el húmero y levantar el tronco en la acción de "trepar".

Músculo subescapular

Es un músculo ancho, grueso y triangular; situado profundamente en la cara anterior de la escápula, une a esta con la extremidad superior del húmero.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones escapulares. Se efectúan en el labio anterior del borde medial de la escápula por delante del serrato anterior (**fig. 55-23**); en toda la extensión de la **cara anterior del hueso**, así como en las dos o tres crestas que se observan en esta cara y en los canales anchos que la separan; en el labio anterior del borde lateral, al lado de los redondos mayor y menor.

Constitución anatómica. Las fibras que lo constituyen desde su inserción se dirigen hacia la articulación glenohumeral, por delante de la cual pasan. Las fibras son convergentes entre sí y luego paralelas a la altura del tendón, grueso y condensado, que se adhiere íntimamente por su cara posterior a la cápsula articular.

Inserción humeral. El tendón terminal se fija en el **tubérculo menor del húmero**, situado en la cara anteromedial de la extremidad superior del húmero. Las fibras más inferiores terminan directamente en el cuello quirúrgico del hueso.

Relaciones

Constituye parte de la **pared posterior** de la fosa axilar. Desde su origen, donde está en contacto con el serrato anterior, se separa cada vez más de él. Se desliza enseguida por debajo del proceso coracoides, delante del **cuello de la escápula**, donde lo cruzan superficialmente el eje vasculonervioso axilar y los tendones del pectoral menor, luego de la cabeza corta del bíceps y del coracobraquial. Se adhiere íntimamente a la cara an-

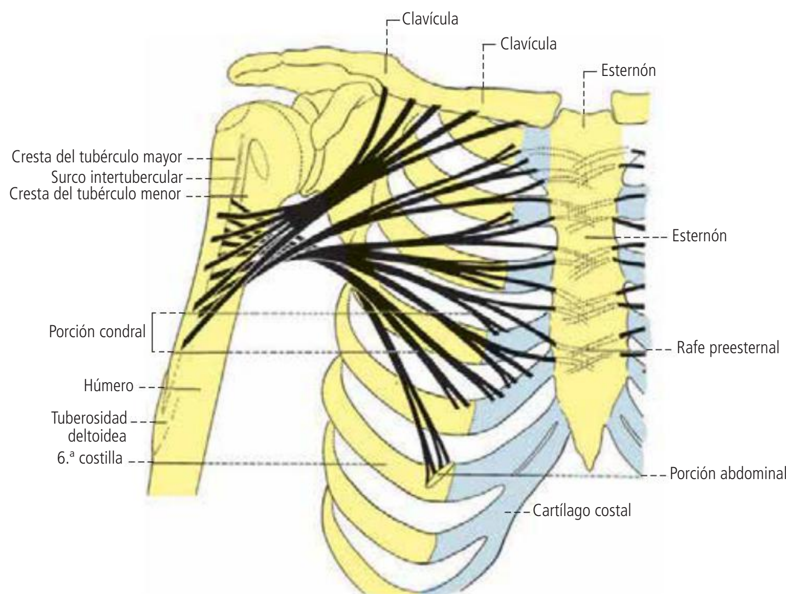


Fig. 55-22. Constitución esquemática del músculo pectoral mayor.

terior de la cápsula articular del hombro, de la que está separado por una bolsa sinovial que comunica con la sinovial glenohumeral por el foramen oval (**fig. 55-5**).

Inervación

Recibe por su cara anterior dos nervios distintos provenientes del fascículo posterior del plexo braquial (C5 y C6), el **nervio subescapular superior** para la porción superior del músculo y el **nervio subescapular inferior** para las porciones media e inferior.

Vascularización

Está proporcionada por ramas de la **arteria subescapular** y por arteriolas provenientes de las ramas perforantes de las arterias intercostales posteriores.

Acción

Aductor del húmero y **rotador medial del hueso**, contribuye a fijarlo en contacto con la cavidad glenoidea en los movimientos del hombro. Su tensión limita la rotación lateral.

Músculo supraespinoso

Une la fosa supraespinosa a la extremidad superior del húmero.

Inserciones y constitución anatómica

Por sus **inserciones escapulares** en sus dos tercios mediales y por su trayecto en la **fosa supraespinosa** ocupa la totalidad de esta fosa (**fig. 55-24**). Se inserta, además, en la fascia que lo cubre.

El **cuerpo carnoso**, gradualmente, se concentra y se reúne para terminar en un tendón cilíndrico fuerte, que pasa por detrás del proceso coracoides y debajo del acromion. Cubre íntimamente la articulación, aplicado contra ella por el ligamento coracoacromial.

Este **tendón**, muy adherente a la cápsula, se inserta en la **cara superior del tubérculo mayor** del húmero.

Relaciones

El músculo se encuentra cubierto: medialmente, por el trapecio; lateralmente, por la bóveda acromioclavicular y coracoacromial, y por último, por el deltoides, del que lo separa la bolsa subdeltoidea. Su **borde inferior** está en contacto con el borde superior del infraespinoso, en sentido lateral a la espina de la escápula. Su **cara profunda** está en relación con la fosa supraespinosa; más lateralmente, la atraviesa el eje vasculonervioso supraescapular. Hacia su terminación, se relaciona con la articulación glenohumeral.

Inervación

Recibe ramas del **nervio supraescapular**, proveniente del tronco superior del plexo braquial procedente de C5 y C6. Llega al músculo pasando por la incisura superior de la escápula.

Vascularización

Está asegurada por ramas de la **arteria supraescapular**.

Acción

Considerada por mucho tiempo como escasa, en la actualidad la contribución del supraespinoso en la **abducción del húmero** se jerarquiza como esencial; así lo demuestra el resultado

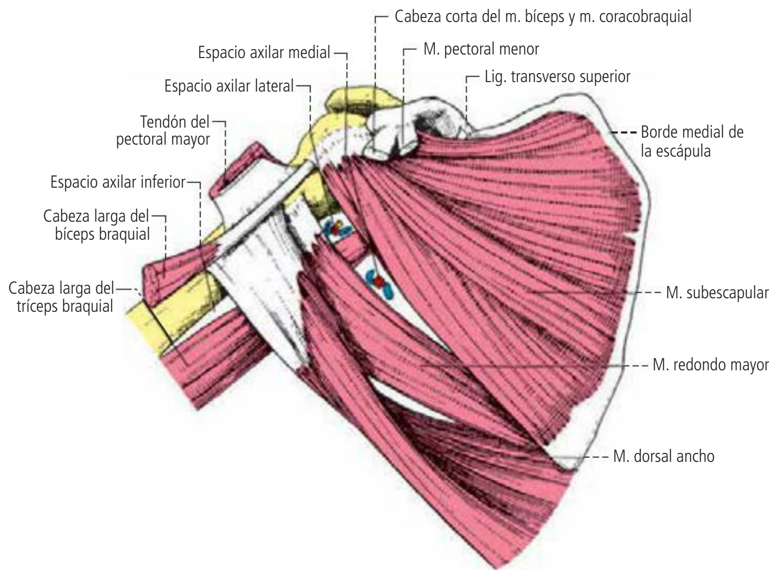


Fig. 55-23. **Músculos rotadores del hombro, vista anterior (según Paturet).**

de las roturas traumáticas de los tendones superiores de la articulación (Codman).

Músculo infraespinoso

Aplanado y triangular, une la fosa infraespinosa de la escápula con la cara posterior de la extremidad superior del húmero.

Inserciones y constitución anatómica

Sus inserciones escapulares o mediales llenan la **fosa infraespinosa** (**figs. 55-24** y **55-25**). Se inserta en los dos tercios mediales de esta fosa, en la fascia gruesa que lo cubre y en el tabique que lo separa de los músculos redondos mayor y menor.

Su cuerpo muscular, triangular, está formado por fibras convergentes, lateralmente hacia arriba: las superiores siguen un tra-

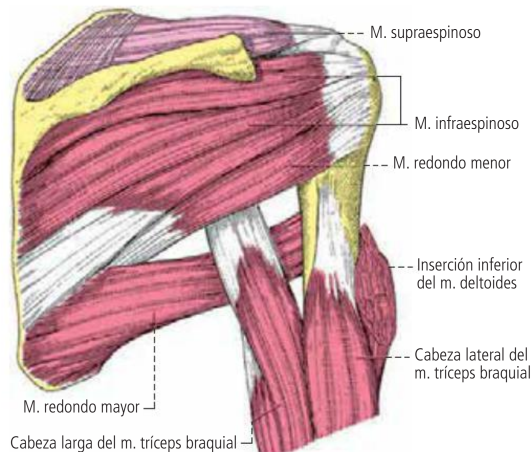


Fig. 55-24. **Músculos rotadores del hombro (se ha extirpado el acromion).**

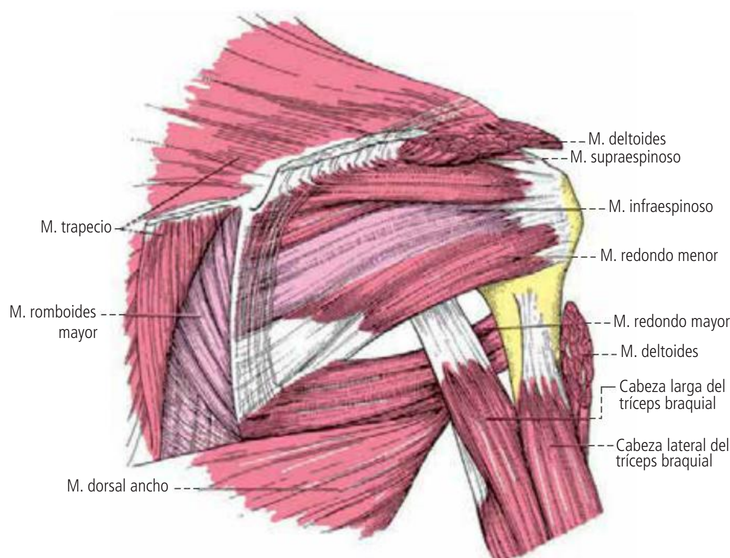


Fig. 55-25. **Músculos rotadores del hombro, vista posterior.**

yecto horizontal; las inferiores, un trayecto casi vertical; las fibras medias siguen un trayecto oblicuo arriba y lateral. Estas fibras, al llegar a la articulación, se reúnen en un tendón.

El **tendón terminal** pasa por detrás de la cápsula articular, a la cual se adhiere íntimamente para insertarse en la **superficie media del tubérculo mayor del húmero**.

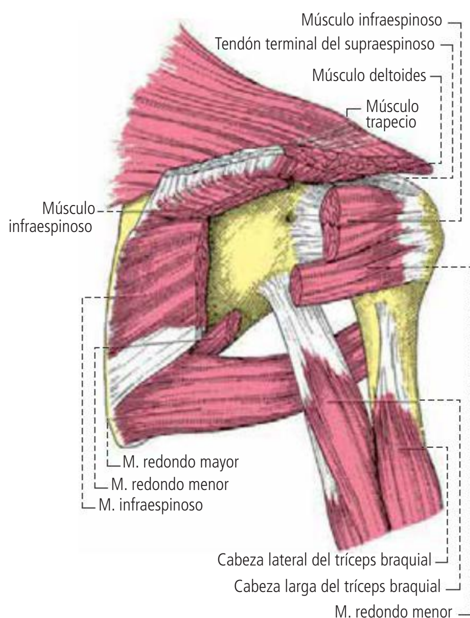


Fig. 55-26. **Músculos rotadores del hombro, vista posterior.**

Relaciones

Es superficial atrás, salvo en la parte medial, donde está cubierto por los fascículos inferiores del trapecio, y lateralmente, donde pasa profundo al deltoides (véase **fig. 55-20**). Cubre la **fosa infraespinosa** de la cual está separado por los vasos supraescapulares. Por sus bordes sigue al supraespinoso arriba, más allá de la espina de la escápula y a lo largo de su borde inferior y lateral al redondo menor; más abajo, al redondo mayor. Forma parte integrante de la envoltura capsulomuscular del hombro.

Inervación

El infraespinoso recibe los ramos terminales del **nervio supraescapular**, proveniente del tronco superior del plexo braquial (C5).

Vascularización

Procede de la arteria supraescapular.

Acción

Abductor y rotador lateral del húmero, contribuye igualmente a aplicar a este contra la cavidad glenoidea en el curso de sus movimientos. Como el precedente, desempeña la acción de un ligamento activo para la articulación glenohumeral.

Músculo redondo menor

Este pequeño músculo se extiende desde el borde lateral de la escápula hasta el tubérculo mayor del húmero, siguiendo el borde inferior del músculo infraespinoso.

Inserciones y constitución anatómica

Abajo y medial, se inserta: en la mitad superior del borde lateral de la escápula; en los tabiques que lo separan del infraespino-

so medialmente y arriba, y del redondo mayor, abajo; en la parte inferior, en la fascia infraespinosa (**figs. 55-24**, **55-25** y **55-26**).

El **cuerpo muscular** es oblicuo arriba y lateralmente. Se inserta por medio de un fuerte tendón en la superficie posterior e inferior del tubérculo mayor del húmero. Sus fascículos más inferiores se fijan en la porción del cuerpo del hueso que está debajo de esta tuberosidad.

Relaciones

Está oculto, por atrás, por el deltoides. Su cara profunda cruza el tendón de la cabeza larga del tríceps, cuando esta se inserta en el área subglenoidea, antes de adherirse a la cara posterior de la cápsula articular. Su borde superomedial sigue al infraespinoso. Su borde inferolateral se separa del redondo mayor y forma con este un espacio: el **triángulo de los redondos**. La cabeza larga del tríceps divide este espacio triangular en: arriba y lateralmente, el **espacio axilar lateral** (para el pasaje de los vasos circunflejos humerales y el nervio axilar); abajo y medialmente, el **espacio axilar medial** (para la arteria circunfleja escapular).

Inervación

El redondo menor recibe por su borde inferior, cerca de la articulación, un **ramo colateral del nervio axilar**, ramo del plexo braquial proveniente de C5 y C6.

Vascularización

Está asegurada por ramas de la arteria circunfleja humeral posterior.

Acción

Es sobre todo **rotador lateral** y contribuye al mantenimiento de la cabeza humeral en la cavidad glenoidea en el curso de sus movimientos.

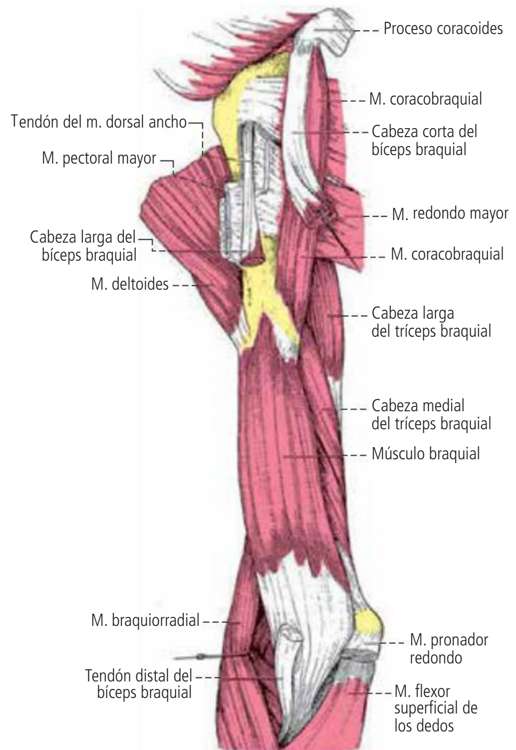


Fig. 55-27. Músculos de la cara anterior del brazo.

Músculo redondo mayor

Músculo voluminoso, une el borde lateral del ángulo inferior de la escápula al surco intertubercular del húmero.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones escapulares (inferiores y mediales). Se sitúan (**figs. 55-23** a **55-26**):

- En el ángulo inferior de la escápula y en el tercio inferior del borde lateral.
- En los tabiques fibrosos que lo separan del infraespinoso y del redondo menor.
- En la cara profunda de la fascia infraespinosa a este nivel.

Cuerpo muscular. Robusto y grueso, sus fibras se dirigen laterales, arriba y adelante. Las fibras musculares son paralelas y originan un tendón aplastado, tan ancho como el músculo, que pasa medialmente y luego por delante del húmero.

Inserción humeral. Termina en el **labio medial del surco intertubercular del húmero** (cresta del tubérculo menor), inmediatamente por detrás y aplicado al tendón del dorsal ancho.

Relaciones

Por su **cara posterior** el músculo se relaciona, primero con el dorsal ancho, el cual lo va a contornear enseguida. Esta cara está situada más arriba por delante de la cabeza larga del tríceps braquial. La **cara anterior** ocupa el plano profundo de la fosa axilar, formando parte de su pared posterior y enseguida queda cubierta por el tendón del dorsal ancho, que se sitúa delante de ella. Su **borde superomedial** se separa progresivamente del redondo menor (véase antes: triángulo de los redondos). Su **borde inferolateral** es contorneado, en espiral alargada, por el tendón del dorsal ancho. Abajo y lateralmente se encuentra el **espacio axilar inferior**, entre la cabeza larga del tríceps y el húmero (nervio radial y arteria braquial profunda).

Inervación

El redondo mayor está inervado por el **nervio subescapular inferior**, que es un ramo colateral del plexo braquial, originado de su fascículo posterior (C6, C7). Este nervio pasa por detrás de los vasos axilares y llega a la cara anterior del músculo atravesando la fosa axilar, de arriba hacia abajo y de medial a lateral.

Vascularización

El redondo mayor recibe ramas de la **arteria subescapular**, rama de la arteria axilar.

Acción

Es **aductor y rotador medial del brazo**. Contribuye, como lo hace el dorsal ancho, a llevarlo hacia atrás. Tomando su punto fijo en el húmero, actúa sobre el ángulo inferior de la escápula.

Músculo coracobraquial

Situado en la raíz del brazo, adelante y medial, se extiende desde el proceso coracoides hasta la diáfisis humeral (**fig. 55-27**).

Inserciones y constitución anatómica

Inserción escapular o superior. Se inserta en el vértice del **proceso coracoides**, por un tendón común con la cabeza corta del bíceps braquial (coracobíceps). Esta inserción envaina la punta ósea coracoidea y se encuentra lateral a la inserción del pectoral menor.

Cuerpo muscular. Vertical y alargado; se separa rápidamente de la cabeza corta del bíceps braquial que queda lateral a él.

Inserción humeral. Se inserta en la cara medial de la **diáfisis humeral**, en su tercio superior.

Relaciones

Su **cara anterior** está cubierta por arriba por el deltoides, por abajo por el pectoral mayor. Su **cara posterior** cruza la cara anterior de los tendones del subescapular, luego del redondo mayor y del dorsal ancho. Su **borde lateral** se separa de la cabeza corta del bíceps. Su **borde medial** es seguido por el eje vasculonervioso de la axila. El **nervio musculocutáneo** penetra aquí en el músculo, al cual atraviesa de lado a lado [músculo perforado de Casserius] a una distancia variable de la punta del proceso coracoides (M. Latarjet).

Inervación

La proporciona el **nervio musculocutáneo** (C5, C6).

Vascularización

Como la cabeza corta del bíceps braquial, recibe finas arteriolas originadas directamente de la **arteria axilar** o de la **braquial**.

Acción

Es aductor, rotador medial y anteversor del brazo.

Fascias de la cintura pectoral

Cada uno de los músculos descritos precedentemente está envuelto en una fascia que le es propia. Sin embargo, algunas de ellas son comunes a varios músculos, y otras tienen un valor topográfico particular. Así, se pueden describir según su situación topográfica: fascias posteriores, lateral y anteriores.

Fascias posteriores

Estas se hallan dispuestas en tres planos:

A. Plano superficial: es la fascia de envoltura del músculo **trapecio** que tapiza sus dos caras. Llegada a su borde inferior, la fascia se reúne en una lámina única que llega al borde superior del **dorsal ancho** y del **redondo mayor**, sobre los cuales se desdobla y los envuelve.

B. Plano medio: comprende dos láminas distintas, una medial, que cubre la cara superficial del **romboides** y se detiene en el borde medial de la escápula, y otra lateral, gruesa y nacarada, que recubre el músculo **infraespinoso** y le forma una cubierta extendida desde la espina de la escápula por arriba hasta el ángulo inferior del hueso por abajo. Superior a la espina, una fascia fuerte cubre la fosa supraespinosa y el músculo supraespinoso. En sentido transversal se inserta en el borde espinal de la escápula medialmente y rodea por fuera al redondo menor, al redondo mayor y al dorsal ancho, cubriéndolos por su cara anterior; aquí se relaciona con el eje vasculonervioso de la axila. Su borde lateral sigue al hueso por delante del tríceps braquial y de la inserción tendinosa en el húmero del dorsal ancho y del redondo mayor, cuando estos músculos pasan por delante de la cabeza larga del tríceps. Su borde inferior se inserta en la piel de la fosa axilar; este conjunto constituye el **ligamento triangular suspensorio posterior de la axila** (L. Merola) (**fig. 55-28**).

C. Plano profundo: está constituido, medialmente, por la fascia profunda del **romboides**. Lateralmente, la fascia se continúa en la cara torácica del serrato anterior, hasta sus inserciones costales, antes de volver a tapizar, atrás, el tórax hasta los procesos [apófisis] espinosos de las vértebras torácicas (fascia torácica). Arriba, esta fascia se reúne con la envoltura del músculo elevador de la escápula.

Fascia lateral

Está representada por la fascia del músculo **deltoides**. Se adhiere al músculo por los tabiques que ella envía entre sus fascículos. Lateralmente, abajo y atrás, se continúa con la fascia braquial y con la fascia del grupo infraespinoso.

Fascias anteriores

Éstas se disponen en tres planos:

A. Plano superficial: está constituido por la fascia del músculo **pectoral mayor**. Se inserta arriba, medial y abajo en los límites de las superficies de inserción del músculo (clavícula, esternón, vaina del recto del abdomen). Delgada y poco adherente al músculo envía tabiques de separación que penetran entre los fascículos de cada músculo. En el borde inferior del músculo, da una lámina que asciende hacia su cara profunda y una lámina posterior que se fusiona con el **ligamento suspensorio de la axila**.

B. Plano medio (**fig. 55-29**): es una lámina compleja, denominada **fascia clavipectoral**, en la cual se distinguen varias porciones:

- **Porción superior:** se inserta en la cara inferior de la clavícula, constituyendo una vaina que contiene el **músculo**

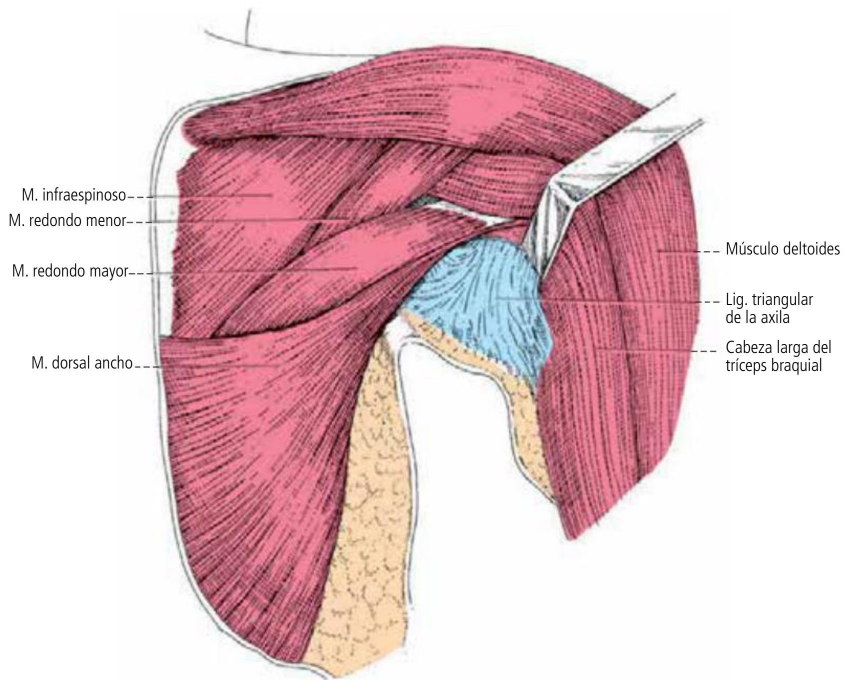


Fig. 55-28. **Ligamento posterior de la axila, vista posterior (según L. Merola).**

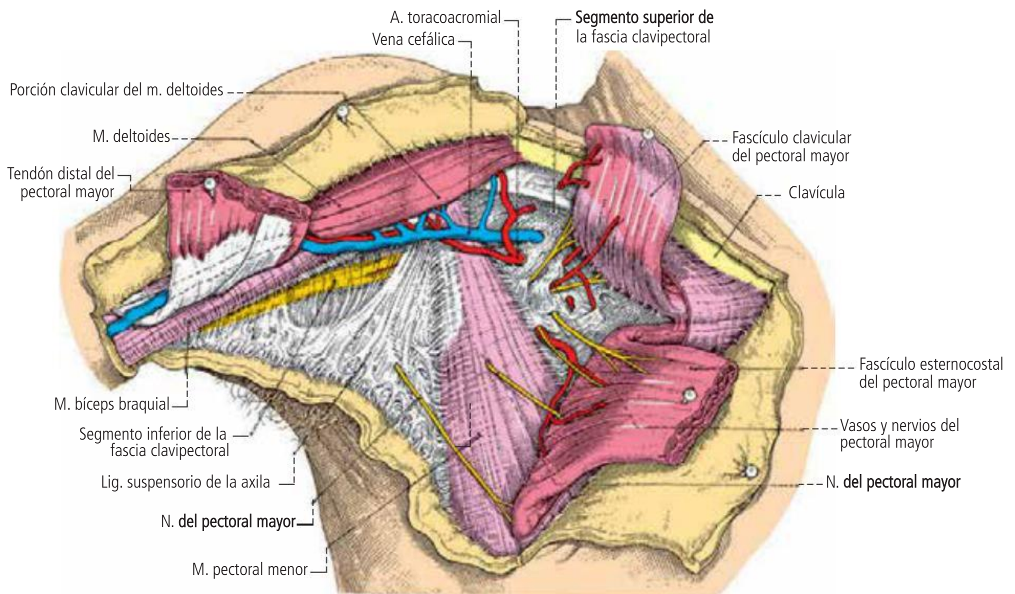


Fig. 55-29. **Disección de la fosa axilar, vista anterior. Ligamento suspensorio de la axila.**

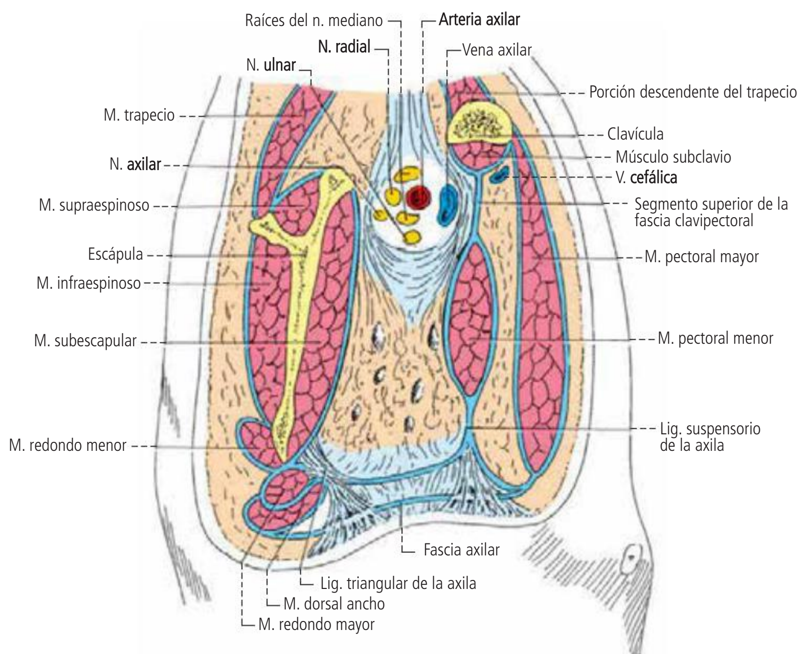


Fig. 55-30. Corte sagital de la axila que muestra los ligamentos suspensorio y triangular posterior.

subclavio, al que aplica a la cara inferior de la clavícula. Esta vaina, en forma de lámina, se dirige hacia el borde superior del pectoral menor, constituyendo el **segmento clavipectoral**, perforado por el pasaje de la vena cefálica, la arteria toracoacromial y el nervio pectoral lateral.

- **Porción media:** la **fascia clavipectoral** se desdobla al llegar al borde superior del músculo **pectoral menor** y lo contiene desde el proceso coracoides hasta sus inserciones en la pared torácica (vaina del pectoral menor).
- **Porción inferior:** la fascia en el borde inferior del pectoral menor se reúne nuevamente en una lámina única, que Gerdy denominó **ligamento suspensorio de la axila**, pues por su borde inferior se implanta en la piel de la fosa de la axila y contribuye a darle su forma cóncava. El ligamento suspensorio de la axila tiene su vértice en el proceso coracoides, su borde medial en el pectoral menor, su borde lateral se pierde sobre la fascia del músculo coracobraquial y su base, en la fosa de la axila, donde se divide en tres láminas: una **anterior**, que se continúa con la fascia del pectoral mayor, cerrando así su vaina; una **media**, que va a adherirse a la piel; una **posterior**, que se une a la **lámina anterior del ligamento triangular posterior** de la axila y forma así un canal en el que descansa el eje vasculonervioso de la axila. El ligamento triangular posterior da, además, una **lámina media** para la piel de la axila y una **lámina posterior** que cierra la vaina, uniéndose a la fascia superficial del dorsal ancho a nivel de su borde inferior (**fig. 55-30**).

C. Plano profundo: está representado por la **fascia del subescapular**, que lo cubre en su extensión, y por la fascia lateral del **músculo serrato anterior**, que forma la pared medial de la fosa axilar.

La **fosa axilar** aparece así limitada:

- **Adelante**, por la **fascia clavipectoral** y los músculos a los que esta envuelve.
- **Medialmente**, por la fascia del **serrato anterior**.
- **Atrás**, por la **fascia del subescapular**. Esta respeta, debajo de la articulación del hombro, la pared muscular y permite el pasaje de elementos vasculonerviosos de adelante hacia atrás por el espacio axilar lateral y por el espacio axilar inferior.
- **Lateralmente**, el músculo **coracobraquial**, acompañado por la cabeza corta del bíceps braquial.
- **Abajo**, por una fascia de la base que se extiende desde el **pectoral mayor** hasta el dorsal ancho y por una fascia profunda de la base, que une al ligamento suspensorio de la axila con el grupo **redondo mayor** y **dorsal ancho**.

Anatomía funcional de la cintura pectoral y de la articulación glenohumeral

Su estudio está dominado por dos nociones:

A. La movilidad del hombro y del brazo muy a menudo es simultánea, lo que pone en juego los movimientos de la escápula y de la clavícula, por una parte, y los del húmero con relación con la cavidad glenoidea, por otra.

B. Estos movimientos pueden realizarse por separado; entonces se trata de movimientos de poca amplitud: rotación del brazo, elevación aislada del hombro, etcétera.

Se procederá primero a un **estudio analítico** del juego articular y luego a un **estudio sintético** de los diversos movimientos con la acción de los músculos que lo suscitan.

ESTUDIO ANALÍTICO

Ya ha sido realizado para cada articulación en particular, excepto para la articulación escapulohumeral. Recordaremos aquí lo esencial.

Articulación esternoclavicular. Sirve de eje a todos los movimientos efectuados en relación con el tronco.

La clavícula puede elevarse, descender, dirigirse hacia adelante o hacia atrás; estos movimientos pueden combinarse para realizar la **circunducción**.

El eje de estos movimientos está representado por el **ligamento costoclavicular**, situado de tal manera que los movimientos de la extremidad medial del hueso corresponden al movimiento inverso de su extremidad lateral.

La integridad de la clavícula es indispensable para la libertad de los movimientos del brazo con respecto al tórax.

Articulación acromioclavicular. Solo permite movimientos de deslizamiento.

Articulación escapulotorácica. Los movimientos de la escápula sobre el tórax llevan a la noción de una **articulación escapulotorácica**: es una articulación del tipo sisarcosis, en el sentido de unión de huesos mediada por músculos. Desde el punto de vista funcional puede asemejarse a una articulación por **planos de deslizamiento**. Estos planos son dos:

A. El **plano interserratoescapular**, interpuesto entre la escápula cubierta por el músculo subescapular y el músculo serrato anterior, tendido desde la escápula hasta la caja torácica, la fosa axilar y el tejido adiposo que la ocupa.

B. El **plano interserratotorácico**, situado entre el serrato anterior y el plano costointercostal.

Gracias a estos planos de deslizamiento, la escápula puede elevarse, descender, desplazarse adelante y lateralmente, o atrás y medialmente. Existe, por último, un movimiento denominado de "balanceo" por el cual la escápula gira alrededor de un eje anteroposterior, situado sea en el centro del hueso o a nivel de uno de sus ángulos. Este movimiento es tal que los ángulos de la escápula se desplazan en sentido inverso. Su importancia se verá en la abducción del brazo, que se eleva hacia la posición vertical.

Articulación glenohumeral. Está dotada de todos los movimientos: elevación y descenso en el sentido anteroposterior, abducción y aducción, rotación medial y lateral, y circunducción:

- La elevación y el descenso anteroposterior no sobrepasan los 50° sin la participación de la cintura pectoral.
- La aducción está limitada por la caja torácica.
- La abducción no permite al brazo sobrepasar la horizontalidad: el tubérculo mayor del húmero va así a chocar contra el labrum glenoideo, hasta tal punto que todo movimiento extenso en abducción implica un movimiento simultáneo de la escápula.
- La rotación, medial o lateral, está limitada por la tensión de la cápsula y los músculos que se oponen al movimiento.
- La circunducción resulta de la combinación de los movimientos precedentes.

ESTUDIO SINTÉTICO. ACCIÓN DE LOS MÚSCULOS

Movimientos de la cintura pectoral sobre el tórax

En estos movimientos, el brazo se desplaza por sus conexiones con la escápula, pero el húmero no es solicitado por ninguna acción muscular.

Elevación: movimiento directamente hacia arriba. El conjunto clavícula-escápula está sometido a la acción de los fascículos superiores y medios del **trapecio**, a la del músculo **elevador de la escápula** y a las fibras del grupo inferior del **serrato anterior**. Este conjunto muscular, llevando hacia adelante el ángulo inferior de la escápula, eleva el ángulo superolateral del hueso. Este movimiento puede efectuarse **sin esfuerzo** (elevación de los hombros, por ejemplo), donde el trapecio actúa solo, o **con esfuerzo**, donde todos los músculos intervienen (como cuando se lleva un fardo sobre los hombros).

Proyección hacia adelante: es provocada sobre todo por el fascículo superior del **pectoral mayor**. La escápula se separa de la columna vertebral y queda aplicada contra el tórax gracias al serrato anterior.

Proyección hacia atrás: hace intervenir al **romboides**, que aproxima la escápula a la columna, a los fascículos inferiores del **trapecio**, así como al **dorsal ancho**, que actúa por intermedio del húmero. El tono de estos músculos contribuye al mantenimiento de los hombros en un plano transversal, favorable a los movimientos del brazo que se encuentra, así, "separado" del tronco.

Movimientos del brazo sobre el hombro

La variedad de estos movimientos explica el número importante de músculos que intervienen en ellos. El más complejo de estos movimientos es el de **elevación**, adelante y lateral sobre todo. Se estudiarán enseguida los movimientos de **descenso** y de **aducción**, y finalmente, los de **rotación**.

Movimientos de elevación (**fig. 55-31**): desde el punto de vista articular, se efectúan por el contacto humeroglenoideo. El brazo puede ser llevado fácilmente a la vertical, lo que implica un desplazamiento de la escápula y de la clavícula. Este desplazamiento es simultáneo: el húmero se desplaza hacia arriba y la clavícula y la escápula hacen lo mismo, pero el movimiento de estos dos últimos huesos es complejo:

- La clavícula se eleva, pero gira igualmente de adelante hacia atrás.
- La escápula hace un movimiento de balanceo (descrito antes), que desplaza su ángulo inferior hacia adelante y lateralmente, su ángulo superolateral hacia arriba, mientras que el ángulo superomedial queda fijo o desciende ligeramente.

Los músculos que se ponen en juego son:

- Para la articulación glenohumeral, el **deltoides** y el **supraespinoso**.
- Para la articulación escapulotorácica: el fascículo superior del **trapecio** y, sobre todo, el **serrato anterior**, que aplica a la escápula contra el tórax, pero asegura el movimiento de oscilación gracias a los fascículos del grupo inferior.

El movimiento de elevación del brazo puede efectuarse en diversos planos: hacia adelante, lateral o hacia atrás. Este último está limitado por el contacto glenohumeral, pero lo ayuda la rotación lateral del húmero y la retropulsión de la escápula. Los diversos fascículos del deltoides intervienen de manera diferente según el plano de elevación del brazo.



Fig. 55-31. Radiografía anteroposterior del hombro derecho con el brazo en abducción. Se observa la rotación de la escápula, con la elevación de su cavidad glenoidea.

Movimientos de descenso y de aducción: el peso del brazo es suficiente, fuera de todo esfuerzo, para llevarlo de la posición vertical en elevación a su posición normal, pendiendo a lo largo del cuerpo, pero este descenso puede efectuarse con mucha potencia (gesto del leñador, del esgrimista) sobre todo cuando se efectúa de atrás hacia adelante. Dirigido de lateral a medial se denomina **aducción**, el cual puede llevar el brazo contra el tórax, pero también adelante o detrás de él.

Los músculos intervinientes son:

- El **pectoral mayor**: mueve el brazo hacia una aducción muy potente, llevándolo hacia adelante del tórax.
- El **dorsal ancho**: igualmente muy potente, dirige el brazo detrás del tronco.
- El **redondo mayor**: se mueve sobre el húmero y actúa en sinergia con el **romboides**, que conduce la escápula hacia atrás y medialmente.
- La **cabeza larga del tríceps braquial** y el **coracobraquial**: actúan especialmente como fijadores del húmero contra la cavidad glenoidea en el curso de este movimiento.
- Los fascículos posteriores del **deltoides**: participan cuando el brazo desciende a partir de la vertical.

Movimientos de rotación: pueden efectuarse en todas las posiciones del brazo. De la extrema rotación lateral a la extrema rotación medial, el movimiento sobrepasa los 180°.

Los rotadores **laterales** son el **redondo menor** y el **infraespinoso**, relativamente poco potentes.

Los rotadores **mediales** son el **subescapular**, que actúa íntimamente con la articulación, el **dorsal ancho**, el **pectoral mayor** y el **redondo mayor**, insertados en el surco intertubercular, aumentan la potencia de este movimiento.

La rotación del húmero se pone continuamente en acción en los movimientos del miembro superior. Aumenta la amplitud de la **pronosupinación del antebrazo** y contribuye a facilitar y a dar precisión a los movimientos de la mano.

De estas consideraciones anatomofisiológicas, pueden extraerse numerosas deducciones relativas a las sinergias musculares y articulares, así como datos para las reglas del examen clínico del conjunto escapulohumeral.

Sinergias articulares y musculares

Se ha visto que la mayor parte de los movimientos del brazo (exceptuados los de rotación) supone una acción simultánea de la cintura pectoral. En esta acción intervienen no solo los músculos activos, sino también todos los músculos **fijadores** de la cintura pectoral, en particular los fijadores de la escápula, debido a que el movimiento se hace **con esfuerzo**. Todo ejercicio físico o deportivo desarrolla, por este hecho, el conjunto de la musculatura de la región. El mantenimiento de esta musculatura es tanto más necesario por cuanto los movimientos **de fuerza** desaparecen cada vez más del trabajo cotidiano. Este mantenimiento debe ser armonioso, so pena de desarrollar ciertos grupos musculares y otros no.

Reglas del examen clínico

En el examen clínico se debe tener en cuenta que la región está muy expuesta a los traumatismos directos o indirectos. Las lesiones del esqueleto y de las articulaciones son muy frecuen-

tes. Un desplazamiento de la escápula puede ocasionar una abducción del brazo sin que se produzca ningún desplazamiento en la articulación glenohumeral. De la misma manera, la rotación del húmero puede producir un cambio en caso de pronosupinación bloqueada.

El examen de la articulación debe realizarse fijando el ángulo inferior de la escápula para impedir los desplazamientos.

De la misma manera, los movimientos de rotación se deben medir después de haber colocado al **antebrazo en flexión en ángulo recto** para eliminar los movimientos de pronosupinación.

Anatomía de superficie. Formas exteriores

El hombro es el conjunto de partes que rodean el esqueleto de la cintura pectoral (clavícula y escápula) y la extremidad superior del húmero. Se considera que tiene:

- Una saliente lateral: el **hombro**.
- Una región posterior o **escapular**.
- Una región anterior o **pectoral**.
- Una depresión profunda, situada entre la raíz del brazo y el tórax: la **fosa axilar**.

Puntos de referencia óseos

Son tanto más visibles cuanto más delgado es el sujeto y sus músculos menos desarrollados (**figs. 55-32** y **55-33**).

Adelante, la clavícula es perceptible en toda su longitud. En su extremo medial, sobresale por encima del borde superior del esternón.

Lateralmente, la extremidad lateral de la clavícula parece continuarse sin interrupción con la saliente del acromion. Ambos cubren por arriba la cabeza del húmero, que está disimulada por la masa muscular del deltoides. En caso de luxación del hombro, el desplazamiento de la cabeza humeral provoca que el acromion sobresalga lateralmente por encima del brazo (deformación "en charretera"). En cuanto al **proceso [apófisis] coracoides**, se lo palpa por debajo del tercio lateral de la clavícula; es difícil de tocar en los sujetos muy musculosos.

Atrás, la espina de la escápula es superficial y se percibe en toda su extensión. El borde medial de la escápula está oculto pero se lo ubica por palpación en sus dos tercios inferiores. Se levanta en los sujetos poco musculosos. En cuanto al **ángulo inferior**, es igualmente visible y perceptible a pesar de su gran movilidad durante los movimientos del brazo y del hombro.

Relieves musculares

Se observan en (**figs. 55-32** y **55-33**):

- **Cara anterior**: está levantada por la saliente del **pectoral mayor**, que disimula las costillas subyacentes. Su borde inferior, con el brazo en abducción, forma una línea oblicua hacia arriba y lateral, que llega al tercio superior del brazo. Su borde superior está separado del deltoides por el **surco deltopectoral**, donde la vena cefálica es a veces perceptible en los sujetos muy musculosos y que carecen de toda capa adiposa. Por encima de la clavícula se excava una depresión en la región lateral del cuello: el **triángulo omoclavicular**. Este triángulo se continúa en profundidad con la **fosa supraclavicular mayor**. El borde del músculo trapecio da al hombro su contorno posterior y superior. Poco desarrollado, deja descender el hombro (hombros caídos). Muy desarrollado, levanta el hombro de manera exagerada.
- **Cara lateral:** la ocupa un solo músculo, el **deltoides**. Su vértice se hunde en la cara lateral del brazo, mientras que rodea las diferentes caras de la cabeza humeral, a la que oculta. Si bien su borde anterior es muy acentuado (surco deltopectoral), su borde posterior es muy poco aparente.
- **Cara posterior:** el plano superficial está ocupado por la masa muscular del **trapecio** hasta la espina de la escápula, y oculta a la fosa supraespinosa. Por debajo de la espina, el **deltoides** oculta la parte superior y lateral de la fosa infraespinosa. Abajo y medialmente, se perciben los relieves del **infraespinoso** y lateralmente, los del **redondo mayor** y del **dorsal ancho**.
- **Fosa axilar:** comprendida entre el **brazo** y la **caja torácica**, su profundidad es máxima cuando el brazo se separa hasta los 90°. Prácticamente desaparece cuando el brazo ha llegado a la vertical. Esta fosa está limitada: adelante, por el borde inferior del **pectoral mayor**; atrás, por el borde anterior del **dorsal ancho**. La piel, muy fina y móvil, contiene numerosas glándulas sudoríparas y folículos pilosos que dan nacimiento a pelos largos y gruesos a partir de la pubertad.

Se comprueba, pues, qué acción esencial tiene la musculatura en el aspecto exterior de esta región, lo que traduce exactamente el vigor del sujeto examinado.

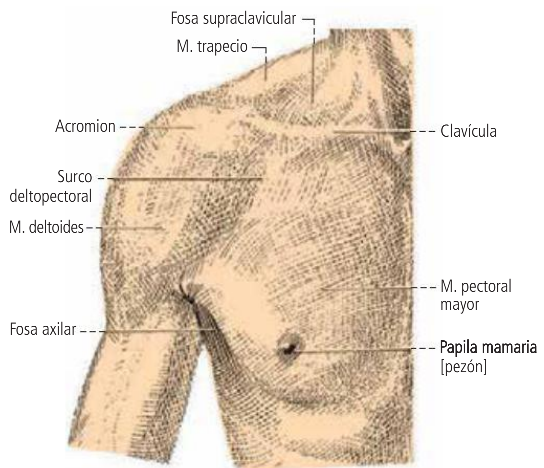


Fig. 55-32. Configuración del hombro derecho, vista anterior.

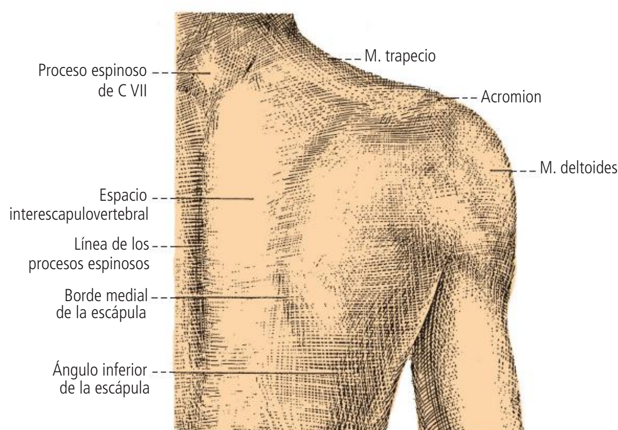


Fig. 55-33. Configuración del hombro derecho, vista posterior.

Véanse **Casos clínicos:** *Luxación anterior de hombro y Rotura del manguito rotador*

Véase **Texto complementario:** *Regiones topográficas de las regiones torácicas anterior y lateral*

Articulación del codo. Músculos del brazo

56

Articulación del codo

Es una articulación sinovial que une el esqueleto del brazo con el del antebrazo. Funcionalmente, está compuesta por un complejo articular constituido por:

- **Articulación humeroantebraquial:** une la extremidad inferior del húmero a las extremidades superiores del radio (articulación humerorradial, de tipo esferoidea) y de la ulna [cúbito] (articulación humeroulnar, de tipo gínglimo). Permite al antebrazo acercarse o alejarse del brazo efectuando movimientos de flexión y de extensión.
- **Articulación radioulnar proximal:** une las epífisis proximales del radio y de la ulna entre sí; pertenece al grupo de las articulaciones trocoides. Interviene en los movimientos de pronosupinación (rotación del radio alrededor de la ulna).

SUPERFICIES ARTICULARES

Se encuentran aquí tres piezas óseas: la extremidad inferior del húmero, formada por el cóndilo del húmero (capítulo y tróclea); la extremidad superior del radio (fosita articular y circunferencia articular del radio) y la extremidad superior de la ulna (incisuras [escotaduras troclear] y radial) (**fig. 56-1**).

Extremidad inferior del húmero

La epífisis distal del húmero es aplanada en sentido anteroposterior con una orientación transversal, fuertemente proyectada **hacia adelante** en relación con el eje de la diáfisis. Presenta dos superficies articulares: el capítulo humeral y la tróclea humeral, que en conjunto forman el cóndilo humeral, y dos tuberosidades: los epicóndilos medial y lateral.

Parte articular. Comprende, de lateral a medial:

- El **capítulo humeral**, redondeado en todos los sentidos y desarrollado hacia adelante, está destinado a articularse con la **fosita articular** de la cabeza del radio.
- El **surco capitulotroclear**, que delimita y continúa las superficies humerales por un surco regular y estrecho.
- La **tróclea humeral**, cuyo borde medial desciende más que el borde lateral, y su garganta, que describe alrededor del eje transversal del hueso un trayecto en espiral, oblicuo de abajo hacia arriba y de medial a lateral. Esta dirección particular condiciona los movimientos del antebrazo sobre el brazo. La tróclea del húmero se articula con la **incisura troclear** de la ulna.

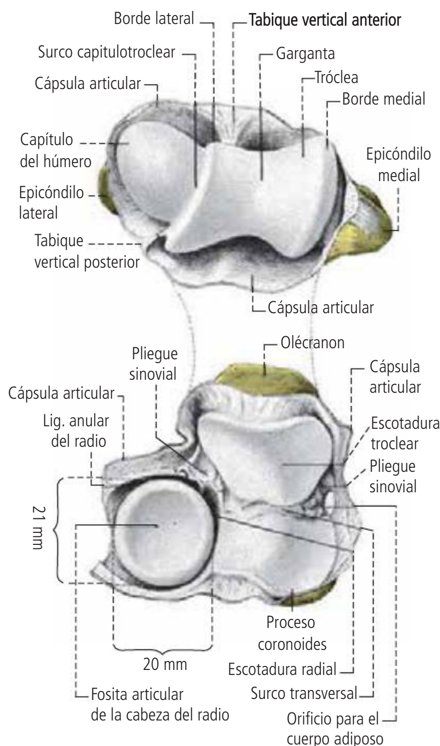


Fig. 56-1. Superficies articulares del codo (lado derecho), luego de la sección de la cápsula articular.

Estas superficies articulares están cubiertas por una capa de cartílago hialino, cuyo máximo espesor se encuentra en el labio lateral de la tróclea.

Parte no articular. Presenta:

- Lateralmente, la saliente del **epicóndilo lateral**, posterior y lateral en relación con el cóndilo humeral.
- Medialmente, la saliente más voluminosa del **epicóndilo medial**.

- Anteriormente, la **fosa radial** [supracondílea] y la **fosa coronoidea** [supratroclear].
- Posteriormente, la **fosa olecraneana**, la más profunda de las tres.

Estas fosas aumentan la amplitud de los movimientos articulares, alojando las eminencias correspondientes del radio y de la ulna.

Extremidad superior de la ulna [cúbito]

Presenta una forma de "gancho", con una excavación en forma de semiluna abierta hacia adelante denominada **incisura troclear**, situada entre las salientes que constituyen el **olécranon**, atrás y arriba, y el **proceso [apófisis] coronoides**, adelante y abajo.

Superficie articular: está representada por la **incisura troclear**, con sus caras: vertical (olecraneana) y horizontal (coronoidea), reunidas en ángulo recto. La superficie articular de la incisura troclear presenta una cresta extendida desde el pico del olécranon hasta el vértice del proceso coronoides; en su parte media se observa un surco transversal que indica los límites respectivos de las superficies articulares del olécranon y del proceso coronoides. La cresta longitudinal, roma, responde a la porción mediana de la tróclea del húmero, que está sujeta por la ulna semejando las dos ramas de una pinza. De esta manera, la ulna solo puede efectuar, en relación con el húmero, movimientos de flexión y de extensión. La **incisura radial** es vertical y está situada por debajo y lateralmente a la incisura troclear, y pertenece a la articulación radioulnar proximal.

Partes no articulares: es la voluminosa eminencia posterior del **olécranon**, que presta inserción al músculo tríceps braquial. Hacia adelante se encuentra otra superficie no articular, la **tuberosidad de la ulna**, relieve donde se inserta el músculo braquial.

Extremidad superior del radio

Corresponde a la cabeza del radio. Esta se encuentra unida al resto del hueso por el cuello del radio.

Superficie articular: la **fosita articular** de la cabeza del radio es cóncava arriba y poco profunda, se articula con el capítulo humeral. Su forma es ligeramente ovalada, detalle fundamental para realizar los movimientos de pronosupinación (véase **cap. 57**). La cabeza del radio presenta, además, una **circunferencia articular** marcada por un borde poco saliente, ligeramente tallado a bisel que delimita la articulación radioulnar proximal.

Tiene una capa de cartílago un poco más delgada en el centro de la fosita articular, que se expresa en la periferia.

Parte no articular: está constituida por el **cuello del radio**, oblicuo hacia abajo y medialmente.

Interlínea articular

Cuando el antebrazo está en extensión sobre el brazo, en las radiografías anteroposteriores (**fig. 56-2**) se observa:

- Un segmento lateral, casi rectilíneo, humerorradial, que corresponde al contacto entre la fosita articular de la cabeza del radio y el capítulo humeral.
- Un segmento medial en forma de V invertida (Λ), humeroulnar, que corresponde al contacto entre la incisura troclear y la tróclea humeral y a la superposición de la saliente del pico del proceso coronoides.

MEDIOS DE UNIÓN

Están constituidos por la cápsula articular y sus refuerzos ligamentosos.

Cápsula articular

Tiene la forma de un manguito fibroso articular, cuya inserción superior se hace en el húmero por encima de las fosas coronoidea, radial y olecraneana, a nivel de los epicóndilos, cerca de los cartílagos articulares, y su circunferencia inferior en los dos huesos del antebrazo: sobre el radio, a nivel del cuello a distancia del cartílago, y sobre la ulna, a nivel y alrededor de las incisuras troclear y radial. Este manguito fibroso contiene en una misma envoltura la articulación del codo y la articulación radioulnar proximal.

Inserciones humerales. Se ubican tanto adelante como atrás, a distancia de las superficies articulares. Adelante, la cápsula se inserta por encima de la fosa radial lateral y de la fosa coronoidea, medialmente, siguiendo una línea curva convexa hacia arriba; por detrás, la inserción capsular sigue el contorno de la fosa olecraneana según una línea convexa hacia arriba. Se dirige abajo y en sentido lateral para encontrar el borde posterior del capítulo; medialmente, sigue la base del epicóndilo medial a lo largo del borde medial de la tróclea humeral; lateral, en un surco irregularmente sinuoso que se encuentra situado entre el epicóndilo lateral por una parte y el capítulo y el borde lateral de la tróclea por otra.

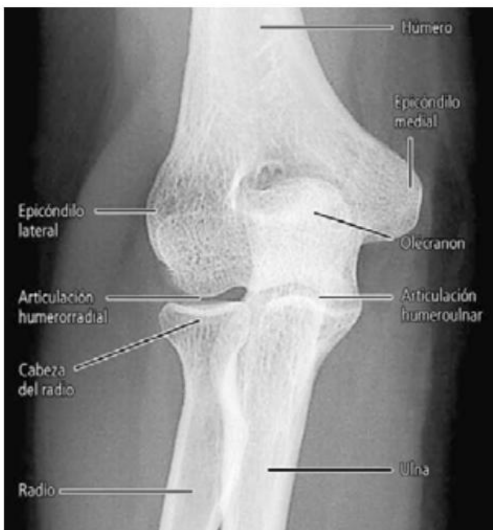


Fig. 56-2. Radiografía anteroposterior del codo derecho en extensión. Se observan las superficies articulares del húmero, el radio y la ulna. La interlínea articular humerorradial es ligeramente curva con concavidad hacia arriba. La interlínea articular humeroulnar tiene forma de V invertida.

Inserciones antebraquiales. Se hallan en las superficies articulares:

- En la **ulna**: siguen el contorno de la incisura troclear, excepto lateralmente, donde descienden por debajo de la incisura radial. En el proceso coronoides se inserta debajo del vértice y en el olécranon, por detrás del pico; así, el vértice del proceso coronoides y el pico del olécranon quedan en el **interior** de la cápsula.
- En el **radio**: la cápsula se inserta en el cuello algunos milímetros debajo de la cabeza.

La cápsula es delgada, extendida y relativamente laxa, más estrecha atrás, y aun más, a los lados.

Ligamentos

Se describen cuatro, que son: el ligamento anterior, el ligamento posterior, el ligamento colateral radial y el ligamento colateral ulnar [cubital]; estos dos últimos poseen un valor fisiológico real.

Ligamento anterior (**fig. 56-3**). Refuerza la cápsula con fibras confundidas arriba con las inserciones de esta. El ligamento se inserta sobre la cara anterior del epicóndilo medial; lateralmente, en las fosas coronoidea y radial, lateral a la superficie articular del cóndilo humeral. Desde aquí las fibras se extienden hacia abajo: las fibras medias son verticales, mientras que las laterales y las mediales son oblicuas hacia el plano medio; todas convergen abajo entre el proceso coronoides medialmente y la cara anterior del ligamento anular del radio que rodea la cabeza de este. Se distinguen dos fascículos: oblicuo lateral y oblicuo medial. El primero se inserta en la cara anterior del epicóndilo lateral, el segundo en la cara anterior del epicóndilo medial. Ambos se encuentran abajo con las fibras verticales de la parte media de la articulación y allí se fusionan en forma variable. Lateralmente, estas formaciones están mal definidas y se confunden con los ligamentos colaterales correspondientes.

Ligamento posterior (**fig. 56-4**). Más delgado que el precedente, tiene fibras transversales [humerohumerales] situadas encima del pico del olécranon que pasan a manera de puente de un lado al otro. Profundo a estas fibras se alojan el **receso sacciforme sinovial posterior** y un pelotón adiposo que presenta fibras verticales profundas. Fibras oblicuas o inferiores, mediales y laterales, se extienden de los bordes de la fosa olecraneana del húmero a los bordes correspondientes del olécranon [fibras humeroolecraneanas].

Ligamento colateral radial (**fig. 56-5**). Muy desarrollado, más o menos confundido con las inserciones de los músculos en el epicóndilo lateral, presenta tres haces de fibras: el **fascículo anterior**, que se extiende desde la parte anterior e inferior del epicóndilo hacia abajo, se expande en abanico sobre la cabeza del radio y termina en la ulna por delante de la incisura radial (algunas de sus fibras se mezclan con el ligamento anular de la articulación radioulnar proximal); el **fascículo medio**, que se extiende de la parte inferior del epicóndilo lateral a la parte posterior de la incisura radial y sobre el borde posterior de la ulna, pasando por detrás de la cabeza del radio, y el **fascículo posterior**, que va desde la parte posterior del epicóndilo al borde lateral del olécranon, con forma de lámina cuadrilátera sobre la que se adhiere la cara profunda del músculo ancóneo.

Ligamento colateral ulnar [cubital] (**fig. 56-6**). Grueso, se inserta en el epicóndilo medial y se expande en forma radiada hacia la ulna. Se describen tres fascículos muy resistentes: el **fascículo anterior**, extendido desde la parte anteromedial del epicóndilo medial hasta la parte medial del proceso coronoides; el **fascículo medio**, que va del borde inferior del epicóndilo medial al borde medial del proceso coronoides, donde sus fibras más superficiales se prolongan sobre el borde medial de la ulna. Tiene forma cuadrilátera y es muy grueso. Y por último, el **fascículo posterior**, también dispuesto en abanico, cuya punta se inserta en la parte inferior y posterior del epicóndilo medial, desde donde se dirige abajo y atrás para fijarse en el borde medial del olécranon [ligamento de Bardinet]. Fibras arciformes refuerzan las inserciones ulnares de este ligamento; se las designa **fascículo arqueado del ligamento colateral ulnar** [ligamento de Cooper], que se extiende desde la base del olécranon a la base del proceso coronoides, algo cóncavo hacia adelante.

Este aparato capsuloligamentoso, delgado adelante y atrás, sólido a los lados, favorece los movimientos anteroposteriores y se opone a los movimientos de lateralidad.

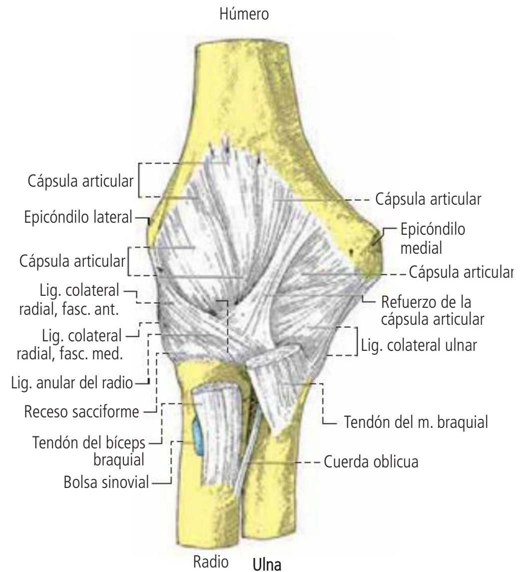


Fig. 56-3. **Articulación del codo, vista anterior. Lado derecho, en extensión.**

SINOVIAL

Tapiza la cara profunda de la cápsula. De la misma manera que esta, se inserta a distancia de las superficies articulares; a este nivel, la membrana sinovial se refleja para tapizar las superficies óseas no articulares. Así se encuentran constituidos el **receso sinovial anterior**, a nivel supracondíleo lateral, y el **receso sacciforme sinovial posterior**, a nivel supracondíleo medial, también denominado subtricipital, ya que tapiza la cara profunda del músculo tríceps braquial que se inserta en el olécranon. Existe asimismo un pequeño receso sacciforme sinovial circular, que se hernia por debajo de la cápsula articular alrededor del cuello del radio (**fig. 56-7**).



Fig. 56-4. **Articulación del codo, vista posterior. Lado derecho, en flexión de 90°.**

La sinovial de la articulación del codo comunica ampliamente con la de la articulación radioulnar proximal: existe, pues, **una sola cavidad articular** para las tres articulaciones.

RELACIONES

Con los cartílagos epifisarios

En el curso del crecimiento, los cartílagos epifisarios humeral inferior, radial superior y ulnar superior se disponen de la siguiente manera, en relación con el manguito capsulosinovial:

- El **cartílago humeral** es casi enteramente **intraarticular**. Los puntos óseos secundarios condíleo y troclear se encuentran en el interior de la cápsula.
- El **cartílago radial** está en el límite entre el cuello y la cabeza del radio, situado, por consiguiente, en el **interior** del receso sacciforme sinovial.
- El **cartílago ulnar** solo es intraarticular en su porción superior y anterior.

Relaciones periféricas

Se las puede resumir diciendo que es una articulación **profunda**, cuyas únicas partes superficiales están situadas en las **porciones laterales de su cara posterior** (**fig. 56-8**).

Anterior: en el plano de la flexión; la articulación es muy profunda, oculta por numerosos músculos dispuestos en tres grupos:

A. El **grupo medio**: está formado por el músculo braquial, ancho, extendido y espeso, y por el tendón del músculo bíceps braquial, el cual es perceptible bajo la piel.

B. El **grupo medial**: constituido por los **músculos epicondíleos mediales**: flexor radial del carpo y palmar largo, pronador redondo y flexor superficial de los dedos. Estos forman aquí una masa prácticamente indivisa.

C. El **grupo lateral**: comprende los **músculos epicondíleos laterales**, representados por el braquiorradial, el extensor radial largo del carpo, el extensor radial corto del carpo y el supinador. Este último está en contacto directo con el conjunto capsuloligamentoso lateral.

Entre el grupo medio y las masas de los grupos laterales se excavan dos depresiones, los **surcos bicipitales**:

A. El **surco bicipital medial**: es recorrido de arriba hacia abajo y de medial a lateral por la **arteria braquial**, flanqueada por sus venas satélites y por el **nervio mediano**.

B. El **surco bicipital lateral**: contiene al **nervio radial**, que se bifurca allí en sus dos ramos terminales, y la pequeña **arteria recurrente radial**.

A nivel superficial, bajo la piel marcada por los pliegues de flexión del codo, se localizan las **venas superficiales**, que dibujan

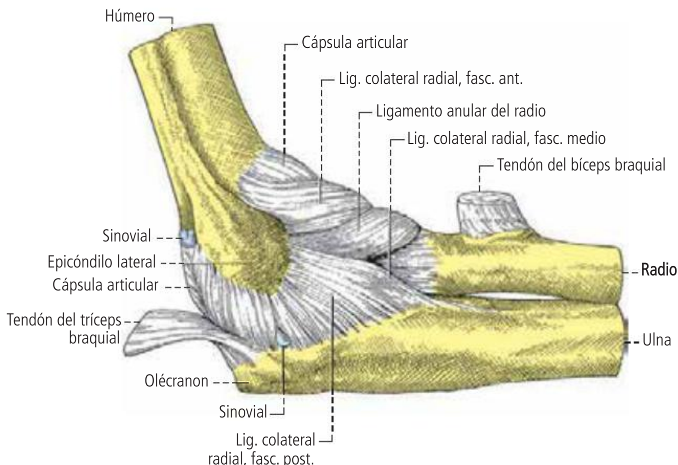


Fig. 56-5. **Articulación del codo, vista lateral. Lado derecho.**

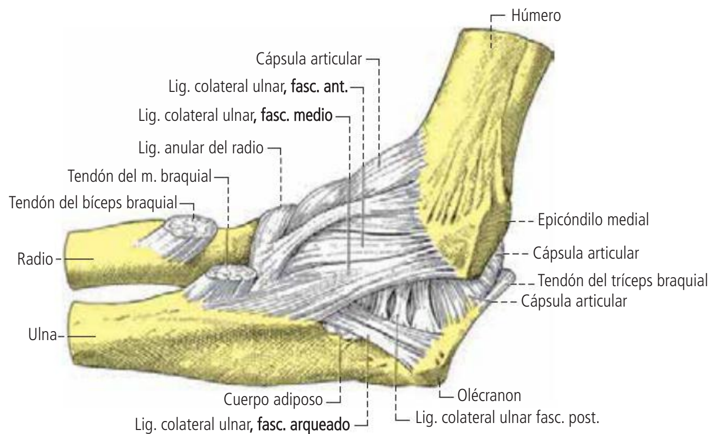


Fig. 56-6. Articulación del codo, vista medial. Lado derecho.

la M venosa del codo, y ramos **nerviosos cutáneos** de los nervios: **musculocutáneo** (surco lateral) y **cutáneo antebraquial medial** (surco medial).

Posterior: en el plano de la extensión, la articulación es más superficial. Sin embargo, en la línea mediana, el **músculo tríceps braquial**, insertado en el **olécranon**, oculta la articulación, junto con esta masa ósea. A los lados se perciben desde la superficie a las caras laterales del olécranon, así como a los epicóndilos lateral y medial. Entre el olécranon y el epicóndilo medial, a la palpación el dedo puede hundirse en una depresión: el **surco para el nervio ulnar [cubital]**. Una lesión contusa (golpe) a este nivel suscita una sensación muy particular irradiada hasta la mano, debido al traumatismo del nervio ulnar. El espacio comprendido entre el olécranon y el epicóndilo lateral está ocupado por el **músculo ancóneo**.

Medialmente: la articulación es dominada por la masa de los músculos que se insertan en el epicóndilo medial, en particular el flexor ulnar del carpo, que cruza por su cara profunda el nervio ulnar en sentido posteroanterior.

Lateralmente: los músculos epicondíleos laterales cubren la cápsula articular. El más profundo de ellos, el **supinador**, está dispuesto alrededor del cuello del radio. Entre sus fascículos se desliza, de proximal a distal y en sentido anteroposterior, el **ramo profundo del nervio radial**.

Todos los elementos vasculares y nerviosos del miembro superior que se dirigen del brazo hacia el antebrazo y la mano pasan en contacto inmediato o mediato con la articulación del codo.

Es innecesario insistir sobre la gravedad de las complicaciones vasculares y nerviosas de los traumatismos del codo, tanto

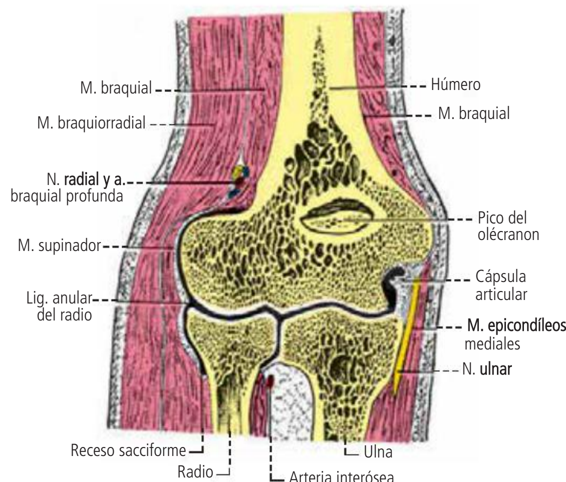


Fig. 56-7. Corte coronal de la articulación del codo (en extensión).

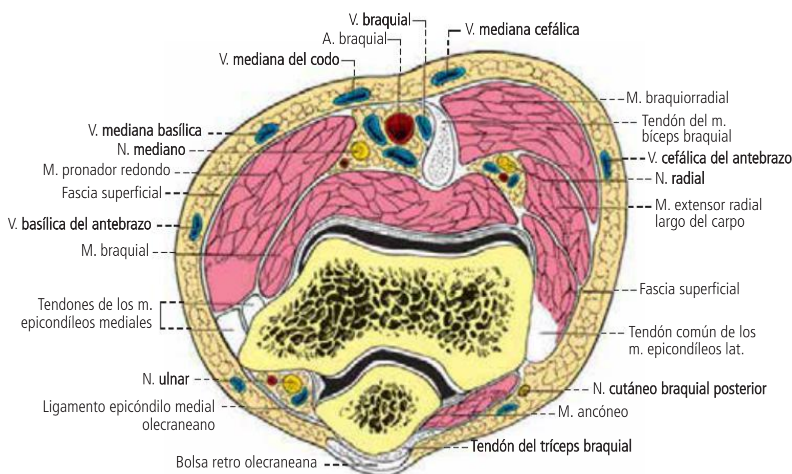


Fig. 56-8. **Corte horizontal del codo derecho que pasa por la extremidad inferior del húmero. Segmento inferior del corte visto por su cara superior.**

en el niño como en el adulto. Las luxaciones, las fracturas, los decolamientos epifisarios ocasionan desplazamientos óseos que pueden amenazar los nervios y los vasos que se encuentran en la proximidad de la articulación.

Anatomía de superficie

Con el epicóndilo lateral, el epicóndilo medial y el olécranon atrás, el clínico dispone de tres puntos de referencia óseos que puede palpar a través de la piel (**fig. 56-9**). Dos pertenecen al húmero y uno a la ulna. La disposición de unos con relación a los otros informa sobre la situación respectiva de las superficies braquial y antebraquial, en la medida en que el radio sigue a la ulna en sus desplazamientos. Esto no se cumple en caso de que exista alguna lesión: luxación aislada de la cabeza radial.

Estas relaciones normales son las siguientes:

– Cuando el antebrazo está en **extensión** sobre el brazo, los tres puntos de referencia óseos se hallan en una misma **línea transversal**, perpendicular al eje mayor del miembro.
– Cuando el antebrazo está **flexionado en ángulo recto** sobre el brazo, los tres puntos de referencia permiten dibujar un **triángulo** de base superior (línea biepicondílea) cuyo vértice es inferior y está determinado por el olécranon.

Si no existe un edema importante después de un traumatismo del codo, el examen de la disposición de esos puntos de referencia óseos permite hacer el diagnóstico diferencial entre luxación del codo y fractura de la extremidad inferior del húmero o del olécranon.

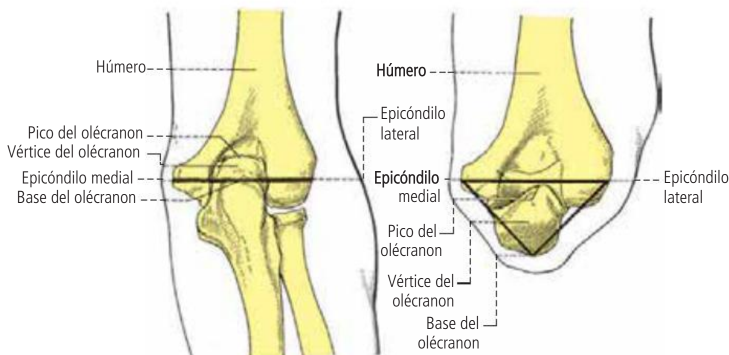


Fig. 56-9. **Puntos de referencia óseos de la articulación del codo, vista posterior. A la izquierda, el antebrazo en extensión; a la derecha, en flexión. En extensión, el epicóndilo medial, la base del olécranon y el epicóndilo lateral están en línea recta. En flexión, los accidentes mencionados son puntos de referencia de un triángulo con base superior.**





Fig. 56-10. A. Radiografía anteroposterior del codo derecho en extensión. El olécranon se ve superpuesto a la tróclea humeral. **B.** Radiografía lateral del codo derecho en flexión de 90°. Las interlíneas articulares se encuentran superpuestas. Se ve la concavidad de la incisura troclear de la ulna.

VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN

Las **arterias** de la articulación del codo se originan de dos **círculos anastomóticos periarticulares** que unen las arterias del brazo y del antebrazo: el círculo periepicondíleo medial y el círculo periepicondíleo lateral (véase arteria braquial).

Los **nervios** se originan a partir de los cuatro nervios principales: mediano, radial, ulnar [cubital] y musculocutáneo, cada uno de los cuales proporcionan pequeños filetes destinados a la articulación, en el momento en que están más próximos a esta.

ANATOMÍA RADIOLÓGICA

En la radiografía anteroposterior, de frente, el codo normal cuando está en extensión muestra su interlínea articular (**fig. 56-10A**). El olécranon se superpone a la epífisis distal del húmero.

En la radiografía laterolateral, de perfil, las interlíneas humeroulnar y humerorradial se superponen (**fig. 56-10B**). Sin embargo, con el codo en flexión de 90°, se puede observar la congruencia de la curvatura de la tróclea humeral con la incisura troclear de la ulna.

La artrografía (introducción de un medio de contraste por punción en la articulación) muestra la comunicación entre las articulaciones del codo y radioulnar proximal.

Músculos del brazo

Se describen aquí tres músculos: el **bíceps braquial**, el **braquial** y el **tríceps braquial**, que unen la escápula y el húmero al esqueleto del antebrazo. Estos músculos aseguran los movimientos de **flexión** y de **extensión** del antebrazo sobre el brazo. Están dispuestos en dos compartimentos musculares distintos, el **compartimento braquial anterior**, con los **músculos flexores** y el **compartimento braquial posterior**, con los **músculos extensores**.

El **músculo coracobraquial** ya se ha descrito (véanse los músculos que unen la cintura pectoral al hombro).

MÚSCULOS DEL COMPARTIMENTO BRAQUIAL ANTERIOR

Se describen aquí el músculo **bíceps braquial** en un plano superficial y el músculo **braquial** en el plano profundo.

Músculo bíceps braquial

Comprende en su origen dos porciones: la **cabeza larga** (lateral) y la **cabeza corta** (medial).

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones superiores (figs. 56-11 y 56-12). La **cabeza corta** se inserta en el vértice del proceso coracoides por un tendón que es común con el coracobraquial. La **cabeza larga** se inserta por un tendón cilíndrico en el borde superior de la cavidad glenoidea de la escápula y en el labrum glenoideo. Este tendón, muy largo, está inmediatamente situado en la cavidad de la articulación glenohumeral. Contornea la cabeza humeral de arriba hacia abajo y de medial a lateral, y llega así al surco situado entre el tubérculo menor y el tubérculo mayor, denominado **surco intertubercular** [corredera bicipital]. En la porción inferior de este surco aparecen las fibras musculares que constituyen, más abajo, el vientre de la cabeza larga.

Al principio del desarrollo ontogénico, el tendón es extraarticular (disposición normal en ciertos animales). Más tarde el tendón se invagina en la cápsula y se sitúa profundo con respecto a la sinovial, deprimiéndola y generando una especie de meso que une el revestimiento sinovial de la cápsula al revestimiento sinovial del tendón. Posteriormente, este mesotendón desaparece y el tendón rodeado de sinovial en su totalidad queda libre en la cavidad articular.

Constitución anatómica. Al principio separadas, las cabezas larga y corta del músculo bíceps braquial se reúnen en la porción superior del brazo para formar un músculo largo y muy robusto, ligeramente aplanado en sentido anteroposterior. Situado según el eje mayor del brazo, alcanza la región anterior del codo, donde se continúa con un tendón cilíndrico, potente, voluminoso, que inicialmente es superficial y luego se profundiza por delante del músculo braquial, para fijarse en el antebrazo.

Inserciones inferiores (fig. 56-13). Del lado medial del tendón de inserción terminal se desprende una lámina fibrosa delgada, oblicua hacia abajo y medialmente, que termina en la fascia antebraquial. Se denomina **aponeurosis del músculo bíceps braquial**. El tendón propiamente dicho se profundiza atrás y en sentido lateral, entre las masas musculares que se originan en los epicóndilos lateral y medial. Llega así a la epífisis proximal del radio, donde en la unión del cuello y del cuerpo se encuentra la **tuberosidad del radio** [bicipital]. Se inserta en la **parte posterior** de esta tuberosidad. En su mitad anterior entre la tuberosidad del radio y el tendón del bíceps braquial, se interpone una bolsa sinovial.

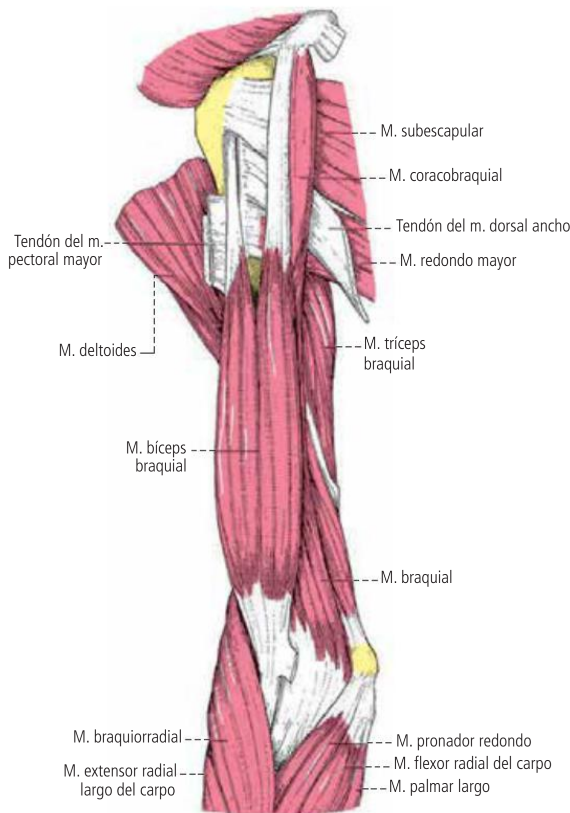


Fig. 56-11. Vista anterior de los músculos del brazo. Plano superficial.

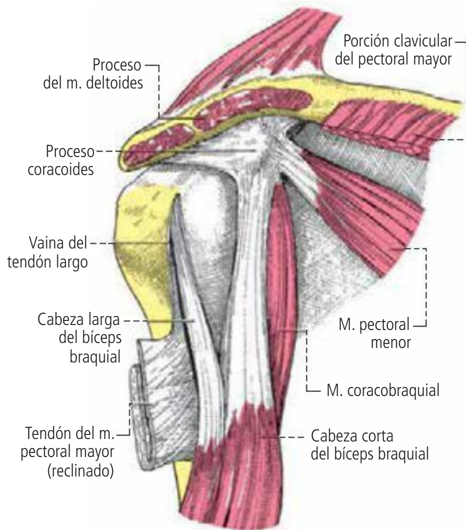


Fig. 56-12. Inserciones superiores de la cabeza corta del bíceps braquial, del coracobraquial y del pectoral menor en el proceso coracoides.

Relaciones

Se deben estudiar en la parte superior, en la parte media y en la parte inferior del músculo.

Parte superior. Las cabezas larga y corta del bíceps braquial son profundas. El tendón de la **cabeza larga** es intraarticular y está rodeado por un manguito sinovial, al que arrastra consigo en el **surco intertubercular**, lo cual favorece su deslizamiento.

La **cabeza corta** del músculo bíceps braquial forma parte de la **pared lateral** de la fosa axilar, situada lateralmente al eje vasculonervioso.

En sentido distal, ambos cuerpos musculares, más cercanos entre sí, permanecen profundos, ocultos por los músculos deltoides y pectoral mayor. Ellos cubren los tendones adosados de los músculos redondo mayor y dorsal ancho, los cuales se insertan en los labios del surco intertubercular.

Parte media (**fig. 56-14**). El músculo bíceps braquial se hace superficial y es perceptible bajo la piel. Se aplica contra el músculo braquial, del que está separado por un plano de tejido conectivo por el cual transcurre, de arriba hacia abajo y de medial a lateral, el **nervio musculocutáneo**. Hacia el borde medial del músculo bíceps braquial pasa el **paquete vasculonervioso** del brazo, constituido por la arteria y las venas braquiales y el nervio mediano.

Parte inferior. El tendón del músculo bíceps braquial llega a la cara anterior de la articulación del codo, de la cual está separado por el músculo braquial. Con los músculos epicondíleos

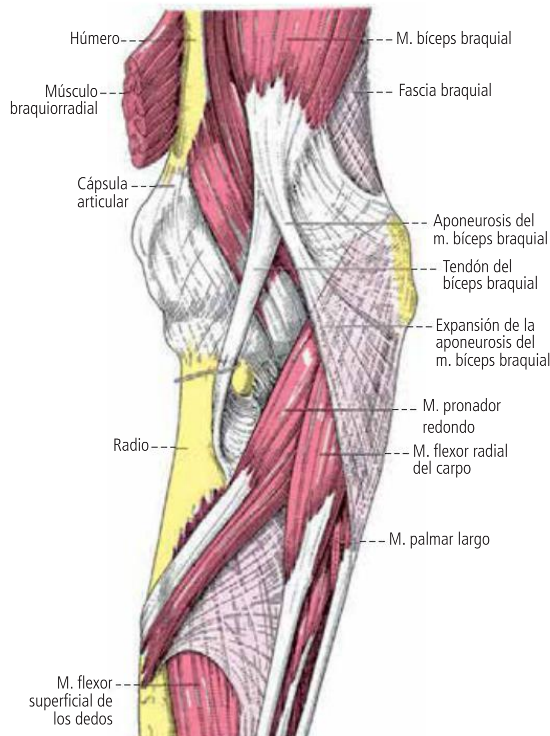


Fig. 56-13. Inserciones inferiores de los músculos bíceps braquial y braquial.

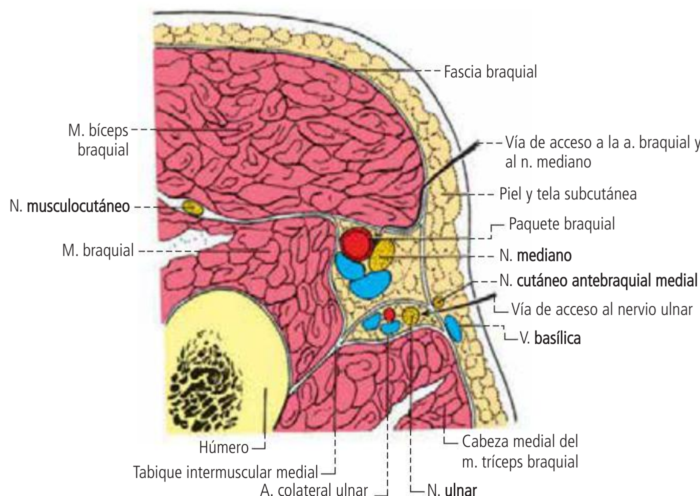


Fig. 56-14. **Parte medial de un corte transversal del tercio medio del brazo derecho. Segmento superior del corte visto por su cara inferior.**

laterales y mediales, entre los que este músculo se hace, quedan establecidos dos **surcos bicipitales**:

A. En el **surco bicipital medial** se ubican, en un plano profundo, la arteria braquial, sus venas satélites y el nervio mediano, que constituyen el paquete vasculonervioso principal del antebrazo, y la anastomosis de la rama anterior de la arteria colateral ulnar inferior con la rama anterior de la arteria recurrente ulnar. En el plano superficial se observan la vena mediana basílica y el ramo anterior del nervio cutáneo antebraquial medial.

B. En el **surco bicipital lateral** se encuentran, en el plano profundo, el nervio radial, que allí se divide en sus ramos terminales, y la anastomosis de la rama anterior de la arteria braquial profunda con la arteria recurrente radial. En el plano superficial se hallan la vena mediana cefálica y el ramo cutáneo del nervio musculocutáneo.

Muy superficial en la cara anterior del codo, el tendón del músculo bíceps braquial se hace profundo a nivel de su inserción en la tuberosidad del radio, y es difícil de palpar y alcanzar.

Inervación

El músculo bíceps braquial está inervado por el **nervio musculocutáneo**, originado del fascículo lateral del plexo braquial en su porción infraclavicular (C5, C6).

Vascularización

Se realiza por varias arterias procedentes de la **arteria braquial**, las que llegan al músculo por su parte medial.

Acción

Cuando el músculo tiene su punto de apoyo en la escápula, el músculo bíceps braquial es **flexor** del antebrazo sobre el brazo. Si el antebrazo está en pronación, el músculo bíceps braquial se vuelve **supinador**, debido a su inserción posterior en la tuberosidad del radio. Esta acción es particularmente eficaz cuando el antebrazo está en semiflexión sobre el brazo. Cuando tiene su punto de apoyo en el antebrazo situado en sentido vertical hacia arriba, el músculo bíceps braquial aproxima el hombro y el brazo al antebrazo (acción de trepar).

El músculo bíceps braquial, a pesar de su potencia y en razón de los esfuerzos a los que a veces se lo somete, puede experimentar roturas. Estas involucran sea el tendón de la cabeza larga, fragilizado por la artrosis del hombro, el cuerpo muscular mismo o la inserción inferior, la cual puede ser arrancada del radio. Estas roturas requieren una reparación quirúrgica cuidadosa por el peligro de ocasionar un déficit funcional permanente.

Músculo braquial

Se extiende desde el húmero hasta la ulna [cúbito]. Se lo puede identificar como “flexor corto” del antebrazo, en comparación con el músculo bíceps braquial, que actuaría como “flexor largo”.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones superiores (**fig. 56-15**). Están situadas en el labio inferior de la tuberosidad deltoidea del húmero; en las caras anteromedial y anterolateral de la diáfisis humeral, así como en la mitad inferior de los bordes del hueso y en los tabiques intermusculares medial y lateral, que lo separan del músculo tríceps braquial.

Constitución anatómica. Las fibras musculares, que se originan de las diferentes inserciones, forman un cuerpo muscular ancho y aplanado que desciende verticalmente hacia el antebrazo. El tendón inferior tiene la forma de un canal ancho, cóncavo hacia atrás, que se transforma en una lámina delgada en sentido medial, mientras que es sólida y espesa lateralmente. Este tendón pasa por delante de la articulación del codo.

Inserción inferior. Las fibras tendinosas convergen sobre el vértice del **proceso coronoides**. Algunos fascículos musculares inferolaterales pueden insertarse directamente en la ulna.

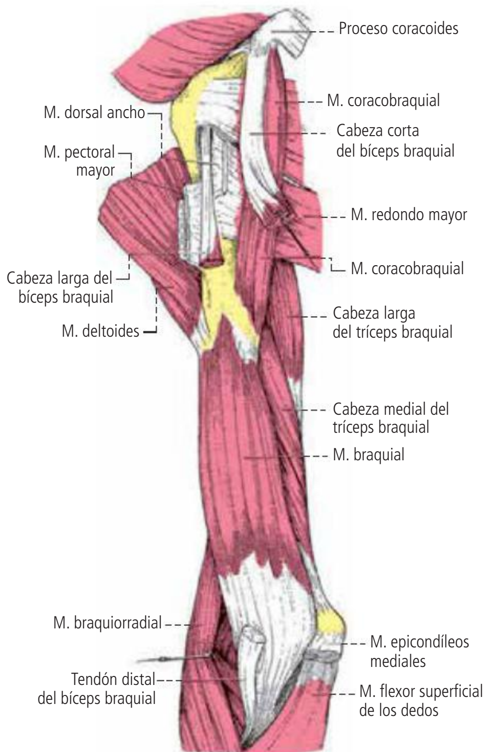


Fig. 56-15. Músculo de la cara anterior del brazo.

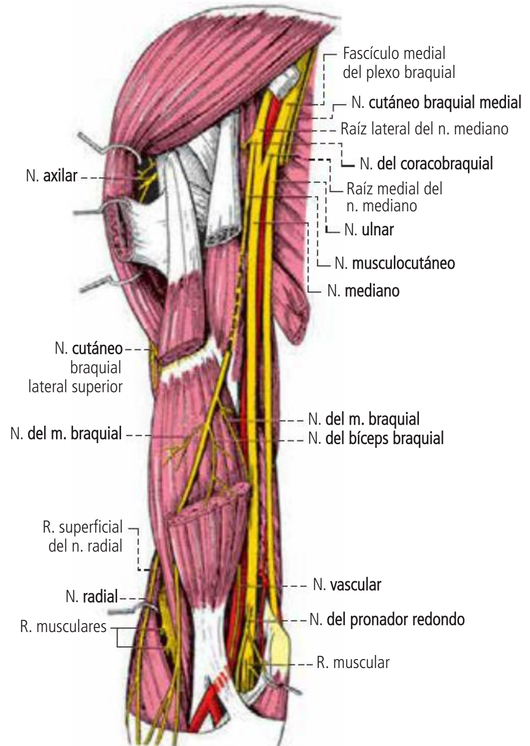


Fig. 56-16. Músculos y nervios profundos del brazo, vista anterior.

Relaciones

Se distinguen (**fig. 56-16**):

- A **nivel de la mitad inferior del brazo**, el músculo se relaciona por su cara anterior con el bíceps braquial, del que está separado por un plano de tejido conectivo por el que transcurre el nervio musculocutáneo. Por su cara posterior se encuentra aplicado contra el húmero y los tabiques intermusculares que delimitan los compartimentos anterior y posterior del brazo, y que lo separan del músculo tríceps braquial situado en el compartimento posterior. Al borde medial del músculo braquial lo sigue el paquete vasculonervioso braquial, y si el músculo está muy desarrollado, puede cubrirlo por adelante. El borde lateral del músculo braquial es superficial.
- A **nivel del codo** está separado de la superficie por el tendón de inserción del bíceps braquial y su expansión aponeurótica, y a ambos lados, por la porción lateral de los músculos epicondíleos mediales y la porción medial de los músculos epicondíleos laterales. Sobre él se aplican los surcos bicipitales. Por su cara profunda, está en contacto directo con la cápsula articular y los ligamentos anteriores de la articulación del codo.

Inervación

Así como el bíceps braquial, el **músculo braquial** recibe **ramas del nervio musculocutáneo**, que lo abordan por su cara superficial (C6, C7).

Vascularización

Las arterias destinadas al músculo braquial proceden directamente de la **arteria braquial** o de sus ramas colaterales ulnares [cubitales] superior e inferior, así como del círculo arterial del codo.

Acción

Usando como punto fijo sus inserciones humerales, el músculo braquial es solo **flexor del antebrazo**. Es más potente que el bíceps braquial. Esta acción es independiente de la posición del antebrazo (en pronación o supinación), ya que la contracción del músculo braquial no la modifica.

Los traumatismos del codo ocasionan a menudo hematomas o desgarros parciales del músculo braquial. La cicatrización se realiza a veces a expensas de un núcleo de tejido óseo, y su consecuencia será, de manera secundaria, la limitación de la amplitud de los movimientos del codo. Esta patología se denomina osteoma del músculo braquial.

MÚSCULOS DEL COMPARTIMENTO BRAQUIAL POSTERIOR

Músculo tríceps braquial

La región posterior del brazo está ocupada por un músculo

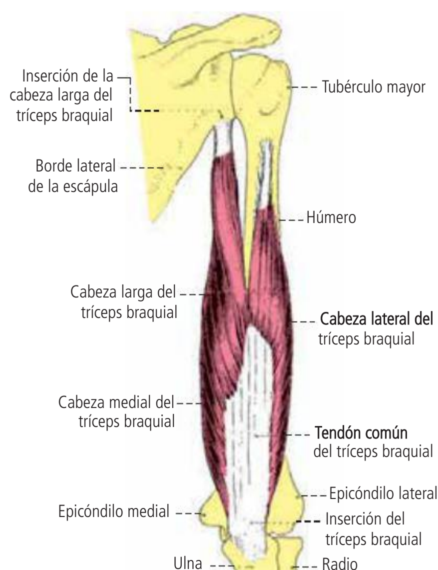


Fig. 56-17. Músculo tríceps braquial visto por su cara posterior.

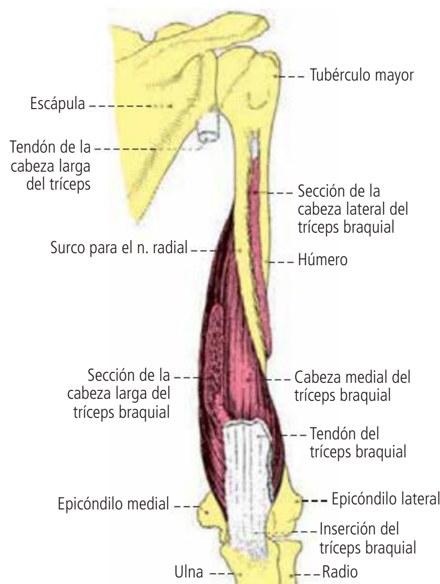


Fig. 56-18. Músculo tríceps braquial. Se ha extirpado parte de la cabeza larga del tríceps braquial y la cabeza lateral cerca de sus inserciones sobre el surco para el nervio radial.

con tres cabezas: el **tríceps braquial**. Las tres porciones difieren en su inserción proximal, pero comparten su inserción distal.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones superiores. Deben distinguirse las tres porciones que constituyen el músculo tríceps (**figs. 56-17** y **56-18**): la **cabeza larga**, la **cabeza lateral** y la **cabeza medial**.

A. Cabeza larga: se inserta en la escápula, en el borde inferior de la cavidad glenoidea, en el **tubérculo infraglenoideo**, en una pequeña superficie rugosa y triangular situada debajo de la cavidad glenoidea y en el labrum glenoideo. El tendón es robusto, cilíndrico y algo aplanado en sentido anteroposterior. Se dirige abajo y lateralmente, alcanzando atrás el eje del miembro.

B. Cabeza lateral: se inserta por encima del surco para el nervio radial del húmero, según una línea casi vertical ligeramente oblicua abajo y en sentido lateral, así como en el tabique intermuscular lateral. Desde aquí se origina una lámina muscular gruesa, que pasa a manera de puente sobre el surco para el nervio radial y alcanza las otras cabezas.

C. Cabeza medial: se inserta por debajo del surco para el nervio radial en la cara posterior del húmero, en una superficie bastante ancha, que se detiene algo por encima de la fosa olecraneana y llega lateralmente a sus bordes. Se inserta asimismo sobre los tabiques intermusculares medial y lateral, en su parte inferior.

Constitución anatómica. El cuerpo muscular, así constituido por la unión de sus tres porciones de inserción, es particularmente voluminoso y potente. Origina desde su parte media una lámina aponeurótica posterior que va a recibir todas las fibras musculares y dará origen al tendón terminal. Este es muy grueso, aplanado en sentido transversal y en contacto con la cara posterior de la epífisis inferior del húmero.

Inserción inferior. Está representada por una superficie ancha que ocupa la cara posterior del olécranon, así como sus bordes laterales. Expansiones fibrosas se desprenden de los bordes laterales del tendón, y la más resistente se pierde en la fascia del músculo ancóneo. Algunas fibras se prolongan más allá, hasta la fascia antebraquial posterior.

Relaciones

Se las considera en la parte superior, en la parte media y en la parte inferior del músculo.

Parte superior. Está representada por la cabeza larga, situada por debajo de la articulación del hombro. El músculo redondo menor la cruza por delante, y cruza a su vez la cara posterior de los tendones adosados de los músculos redondo mayor y dorsal ancho. Participa así en la constitución de los tres espacios que comunican la fosa axilar con las regiones posteriores:

A. Espacio axilar lateral [cuadrilátero humerotricipital, de Velpeau]: comprendido entre la cabeza larga del músculo tríceps braquial, medialmente, el músculo redondo menor por arriba, el músculo redondo mayor por abajo y el húmero, lateralmente. Lo atraviesan el nervio axilar y los vasos circunflejos humerales posteriores.

B. Espacio axilar medial [triángulo omotricipital]: comprendido entre la cabeza larga del músculo tríceps braquial lateralmente, el músculo redondo menor medialmente y el redondo mayor por abajo. Es atravesado por los vasos circunflejos escapulares.

C. Espacio axilar inferior [triángulo humerotricipital, de Avelino Gutiérrez]: limitado por los músculos redondo mayor

y dorsal ancho por arriba, la cabeza larga del tríceps braquial medialmente y el húmero lateralmente. Por él pasan el nervio radial y la arteria braquial profunda, hacia el compartimento posterior del brazo.

Parte media. Atrás, el músculo así constituido es superficial, perceptible y palpable debajo de la piel. Adelante y medialmente, está separado del compartimento anterior y del eje braquial por el tabique intermuscular medial, detrás del cual transcurre, en la región posterior del brazo, el nervio ulnar [cubital]. Adelante, tapiza la cara posterior de la diáfisis humeral. Está separado de ella por el surco del nervio radial, oblicuo de arriba hacia abajo y de medial a lateral. Este surco está cubierto por la cabeza lateral del tríceps braquial, que aplica contra el húmero al nervio radial y a la arteria braquial profunda. Adelante y lateralmente, el tabique intermuscular lateral separa el músculo tríceps braquial del músculo braquial, y de aquellos músculos que se insertan en el borde lateral del húmero: braquiorradial y extensor radial largo del carpo.

Parte inferior. El músculo cubre la cara posterior de la articulación del codo, a la que protege fuertemente. En sentido medial, se encuentra el surco para el nervio ulnar [cubital] y lateralmente, el tendón está próximo al pequeño músculo ancóneo.

Por detrás del tendón de inserción del músculo, entre este y la piel, hay una bolsa sinovial denominada **bolsa subcutánea del olécranon**, en la tela subcutánea.

Inervación

Recibe inervación del **nervio radial** (C6, C7, C8), el que envía ramos musculares a las diferentes porciones del músculo tríceps braquial: nervio de la cabeza larga, nervio de la cabeza lateral, nervio superior de la cabeza medial, nervio inferior de la cabeza medial y del ancóneo.

Vascularización

Las arterias braquial profunda y colateral humeral superior, ramas de la arteria braquial, así como la circunfleja humeral posterior, emiten numerosas ramas para proveer la irrigación del músculo. Sin embargo, no se encuentra un pedículo arterial principal para el tríceps braquial.

Ricamente anastomosados entre sí y con las arterias del hombro, estos vasos desempeñan una acción muy importante en el restablecimiento de la circulación después de la ligadura u obliteración de la arteria braquial.

Acción

Considerado en conjunto, con su punto fijo en la escápula y en el húmero, el músculo tríceps braquial es eminentemente **extensor** del antebrazo sobre el brazo. Por el estudio electromiográfico se ha demostrado la preponderancia de la cabeza medial sobre las otras porciones del músculo. Por otra parte, la **cabeza larga** del tríceps braquial puede contribuir a la **aducción** del brazo en relación con el tronco.

Músculo ancóneo

Se lo describe en el compartimento posterior del antebrazo. Se inserta en la parte posterior del epicóndilo lateral, cercano al extremo lateral e inferior de la inserción de la cabeza medial del tríceps braquial. La inserción distal se realiza en la ulna [cúbito], inmediatamente distal al olécranon.

Comparte con la cabeza medial del músculo tríceps braquial su inervación y vascularización. Su acción refuerza la acción del **tríceps braquial** en la extensión del antebrazo sobre el brazo y representa la quinta parte de la fuerza que se requiere para este movimiento.

FASCIAS DEL BRAZO

La **fascia braquial** forma un cilindro o manguito alrededor de los músculos descritos (**fig. 56-19**). Se extiende de distal a proximal, desde la articulación del codo hasta el cuarto superior del brazo, donde termina de manera variable.

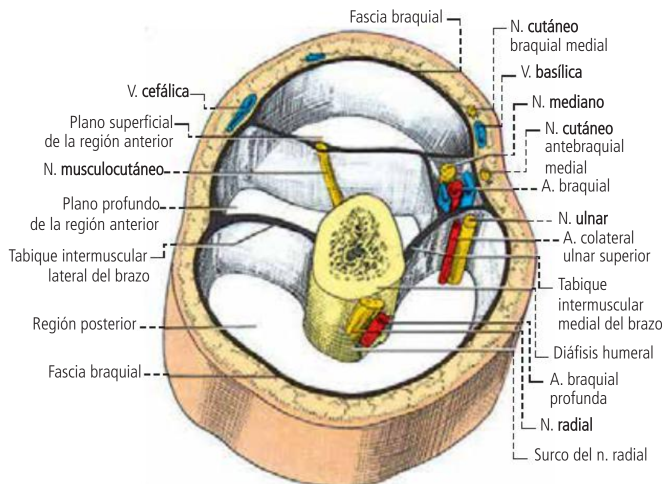


Fig. 56-19. Corte transversal del brazo en su parte media; lado izquierdo, segmento inferior del corte visto por su cara superior.

En su **extremo distal**, la fascia braquial se inserta sólidamente en el **epicóndilo medial**, en el **epicóndilo lateral** y en el **olécranon**, para prolongarse sobre la fascia antebraquial.

En su **extremo proximal** se comporta de distinta manera: por su **cara anterior y medial**, la envoltura fascial se continúa con la fascia del pectoral mayor y, por su intermedio, con la de la fosa axilar. Por su **cara posterior** se desdobla en contacto con la inserción deltoidea a distancia de la articulación. Una lámina asciende hacia la raíz del brazo y la otra forma un tabique entre el deltoides y la cabeza lateral del músculo tríceps. **Lateralmente** se continúa con la fascia delgada del músculo deltoides a este nivel.

Por su **cara superficial** se relaciona con los planos subcutáneos, debajo de los cuales transcurren los ramos superficiales del nervio radial, el ramo cutáneo del nervio axilar, el cutáneo braquial medial, la vena basílica medialmente y la vena cefálica lateralmente.

Por su **cara profunda**, la fascia envía expansiones alrededor de los diferentes músculos aislando a unos de otros. De esta cara profunda se desprenden asimismo los dos **tabiques intermusculares**, **medial** y **lateral**, de gran valor topográfico.

El **tabique intermuscular medial** se inserta en el borde medial del húmero en sus dos tercios inferiores. Por arriba se prolonga por la [arcada de Struthers] hasta el tubérculo menor. Su borde superior no es perforado por el nervio ulnar [cubital], el cual pasa a la región posterior del brazo por encima de él, mientras que el eje vasculonervioso braquial se sitúa adelante.

El **tabique intermuscular lateral** extiende sus inserciones sobre el borde lateral del hueso, desde el epicóndilo lateral por abajo hasta la extremidad superior lateral de la tuberosidad deltoidea, por arriba. Esta inserción del tabique, en el borde, salta en puente por encima del **surco del nervio radial**, para permitir pasar a este y a la arteria braquial profunda del compartimento posterior del brazo a la parte lateral y anterior del miembro.

Estos dos tabiques dividen la región braquial en dos compartimentos:

A. Un **compartimento anterior**, con el músculo coracobraquial arriba, el bíceps braquial y el braquial en el resto. En su parte medial lo recorre en toda su extensión el paquete vasculonervioso del brazo.

B. Un **compartimento posterior**, que contiene el músculo tríceps braquial con el nervio radial, la arteria braquial profunda y las ramas que la acompañan.

El compartimento posterior comunica con el compartimento anterior por el **espacio axilar inferior** y el **espacio braquial inferior**, entre la cabeza medial del tríceps y el músculo braquiorradial. Estos dos espacios marcan el trayecto en espiral del nervio radial y de la arteria braquial profunda alrededor de la diáfisis humeral.

Los tabiques intermusculares son también superficies de inserciones musculares para: el músculo braquial, las cabezas lateral y medial del tríceps braquial y el braquiorradial, de modo que en su contacto no existe un plano de separación hacia el húmero.

Anatomía funcional y superficial

MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN DEL CODO

Se estudian aquí los movimientos del **brazo** sobre el **antebrazo** producidos a nivel de la **articulación del codo** relacionados con la acción de los músculos flexores y extensores del antebrazo. Corresponden a los movimientos de **flexión** y de **extensión** de la articulación del codo. Los movimientos de **rotación**, pertenecientes a la **articulación radioulnar proximal**, se estudiarán en el capítulo siguiente.

La **ulna [cúbito]** y el **radio** se desplazan en conjunto en relación con el **húmero**, actuando de la misma manera que los brazos de un compás. Cuando el antebrazo está extendido por completo, su posición respecto del brazo no es la misma en pronación que en supinación:

- En **pronación**, el antebrazo está exactamente en la prolongación del brazo, siguiendo su eje.
- En **supinación**, el antebrazo forma con el brazo un ángulo abierto en sentido lateral.

Esta diferencia acarrea una modificación del **eje del movimiento de flexo-extensión**. Durante la supinación, este eje está representado por la bisectriz del ángulo humeroulnar, abierto lateralmente, mientras que durante la pronación este ángulo ya no existe y el eje del movimiento es perpendicular al eje del miembro.

Pasando de la extensión a la flexión, el antebrazo en supinación se acerca al brazo y la angulación desaparece poco a poco, tanto que en la posición de flexión completa, el antebrazo se pone directamente frente al brazo. La desaparición de la angulación se debe a la forma de la tróclea humeral y de la incisura troclear ulnar, constituida por el olécranon y el proceso coronoides. Se produce entonces un giro en torno a la tróclea, de atrás hacia adelante y de medial a lateral en el curso de la flexión. Este movimiento repercute en un pequeño movimiento del radio sobre la ulna.

El movimiento de flexión-extensión tiene una amplitud de 135° a 140°. Está limitado por:

- La tensión de los ligamentos.
- El contacto de las salientes antebraquiales (cabeza radial, proceso coronoides, olécranon) contra las superficies correspondientes del húmero.
- El espesor de las masas musculares; estas son las que, por su cara anterior, limitan esencialmente la flexión.

No es raro encontrar personas capaces de una hiperextensión del antebrazo sobre el brazo: esto permite suponer que la parte anterior de la cápsula y los músculos anteriores limitan con más eficacia la extensión que el contacto del pico del olécranon con la fosa olecraneana.

La orientación previa del brazo, mediante la rotación del húmero en la articulación escapulohumeral, dirige la flexión del

antebrazo hacia el hombro (rotación lateral), hacia el tórax, el mentón o la cara (rotación medial).

Los movimientos de **lateralidad**, en la articulación del codo, son nulos cuando el antebrazo está en extensión completa. Se los puede provocar (movimientos pasivos) cuando el antebrazo está flexionado, pero no tienen ningún valor funcional.

ACCIÓN DE LOS MÚSCULOS FLEXORES Y EXTENSORES DEL ANTEBRAZO

Músculos flexores

Son el **bíceps braquial**, el **braquial** y el **braquiorradial**. Su acción no es idéntica, pues no poseen las mismas inserciones antebraquiales.

El músculo **bíceps braquial** ejerce su máxima acción cuando el antebrazo está en **supinación**, movimiento que este músculo contribuye a asegurar por su inserción en la tuberosidad del radio. En esta posición, el bíceps braquial es potente, rápido, capaz de resistir a fuerzas considerables. Con el antebrazo en **supinación** se llevan las cargas más pesadas. En **pronación**, el bíceps braquial está prácticamente inactivo, excepto cuando es necesario que este músculo ayude al músculo braquial. Además, la inserción escapular del bíceps braquial contribuye a favorecer la flexión del antebrazo cuando se trata de levantar o transportar un peso importante. Es necesario que en este acto la cabeza humeral no pierda el contacto con la cavidad glenoidea. La contracción del bíceps braquial mantiene este contacto al mismo tiempo que la cabeza larga del tríceps.

El músculo **braquial** es un flexor activo y potente, cualquiera que sea la posición del antebrazo: pronación o supinación. Interviene tanto en la flexión rápida como en el movimiento lento y poderoso o en una flexión fija (carga de un gran peso). Es el **músculo flexor por excelencia**.

El músculo **braquiorradial** interviene en los movimientos de flexión rápida. También sirve para estabilizar lateralmente la articulación del codo en el curso de los movimientos rápidos y bruscos. Su acción sería mucho más limitada en las flexiones lentas o estáticas, como lo demuestran los trazados electromiográficos.

Por último, se ha podido reconocer cierta actividad en el **pronador redondo** en determinados movimientos de flexión extremadamente potentes.

Músculos extensores

Son las tres cabezas del **músculo tríceps braquial**. La acción principal, al parecer, se atribuye a la **cabeza medial**, luego a la **cabeza lateral**. La **cabeza larga del tríceps** aseguraría sobre todo la fijación del húmero contra la cavidad glenoidea en el curso de la extensión fuerte del antebrazo sobre el brazo. Neutraliza así el efecto de los músculos pectoral mayor y dorsal ancho, que tienden a descender la cabeza humeral en el curso de los movimientos de fuerza del miembro superior. En los movimientos rápidos de extensión (proyección del puño hacia adelante), las tres porciones del músculo tríceps braquial se contraen al mismo tiempo.

Los movimientos del antebrazo sobre el brazo suponen siempre una contracción simultánea de los flexores y de los extensores, cualquiera que sea el movimiento considerado. La contracción simultánea de los **agonistas** y de los **antagonistas**:

- Asegura la precisión de los movimientos lentos.
- Protege la articulación en los movimientos rápidos. Así una caída sobre la mano suscita una viva contracción de los flexores y de los extensores. La flexión amortigua el choque, pero los extensores impiden que esta flexión sea tan exagerada como para ocasionar una lesión de la articulación del codo.

FORMAS EXTERIORES DEL BRAZO Y DEL CODO

Brazo

Es una parte del miembro superior, de sección cilíndrica en personas no entrenadas, con relieves musculares poco pronunciados, a diferencia de lo que sucede en sujetos musculosos, donde esos relieves pueden llegar a adquirir un volumen importante.

Puntos de referencia óseos. Están constituidos por los de las regiones vecinas: el hombro y el codo, puesto que la diáfisis humeral está oculta por los músculos. Se puede palpar el borde lateral del húmero por encima del epicóndilo lateral.

Relieves musculares. En el brazo se pueden observar:

- **Anterior:** el relieve del músculo bíceps braquial, alargado cuando el antebrazo está en extensión. El músculo se concentra en una saliente redondeada en la flexión del antebrazo. En el tercio inferior del brazo se ubica lateralmente el **surco bicipital lateral**, bajo cuya piel transcurre la **vena cefálica** y por donde pasa el nervio radial. Medialmente, se encuentra el **surco bicipital medial**, donde se puede auscultar en profundidad la **arteria braquial**, mientras que bajo la piel transcurre la **vena basílica**.
- **Atrás:** el relieve del músculo **tríceps braquial**, cuyos tres componentes musculares ponen en evidencia su saliente cuando se efectúa la extensión forzada del antebrazo. La **cabeza lateral** del tríceps está arriba y lateral, la **cabeza medial**, abajo y medial. La **cabeza larga** del músculo tríceps braquial está aislada en el tercio superior del brazo. La masa común constituye, distalmente, un plano que se prolonga hasta insertarse en el olécranon.

Codo

Es la región intermedia ubicada entre el brazo y el antebrazo. Por el hecho de su movilidad, los tegumentos presentan, adelante, un **pliegue de flexión**, situado algo por debajo de la línea interepicondílea. Se lo observa deprimido de adelante hacia atrás y ensanchado transversalmente y constituye la **fosa del codo**.

Bajo la piel transcurren (**fig. 56-20**), en su cara anterior, las **venas superficiales del pliegue del codo**, disimuladas en el tejido adiposo, pero por lo general son salientes, dispuestas bajo la forma de una **M**: a ese nivel se pueden realizar las punciones venosas.

Puntos de referencia óseos. Son tres:

A. Medialmente: el **epicóndilo medial**, fácil de palpar. En su cara anterior se destaca la masa de los músculos epicondíleos mediales.

B. Lateralmente: el **epicóndilo lateral**, más difícil de palpar

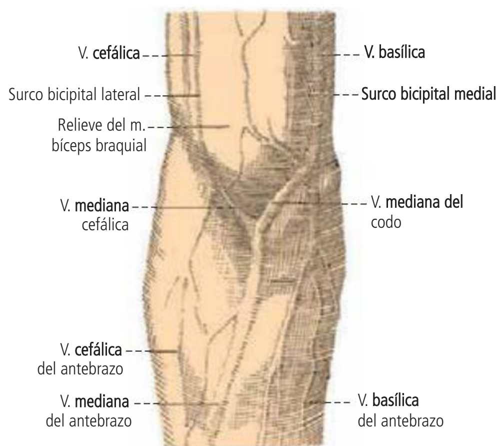


Fig. 56-20. Pliegue del codo, vista anterior.

por su cara anterior, pues está disimulada bajo la masa de los músculos epicondíleos, es más perceptible lateralmente y atrás. Por debajo de él, en la parte posterior, se puede comprobar en la palpación cómo se desliza la **cabeza del radio**.

C. Posterior: el **olécranon** forma una saliente cuadrilátera muy prominente. Por afuera, en el canal epicóndilo-olecraneano, se palpa la interlínea articular. Medialmente, en el **surco para el nervio ulnar [cubital]**, pasa el nervio ulnar, que, si se lo presiona a este nivel, provoca un dolor de tipo particular que se irradia hasta el meñique.

Relieves musculares. Son sobre todo anteriores:

- **Adelante:** un relieve mediano corresponde al **tendón del músculo bíceps braquial**. Un relieve lateral, más redondeado, constituido por los músculos epicondíleos laterales. Un relieve medial, más voluminoso aún, corresponde a los músculos epicondíleos mediales. El relieve medio está separado de los laterales por los **surcos bicipitales medial** y **lateral**, que se reúnen abajo formando una **V**, que contiene el tendón del músculo bíceps braquial. La profundidad de estos surcos se acentúa en el momento de la flexión forzada del antebrazo sobre el brazo. El pasaje de la **arteria braquial** en el surco bicipital medial permite sentir allí pulsaciones de esta arteria (en este lugar se aplica el estetoscopio para determinar la tensión arterial).
- **Atrás:** el tendón terminal del **músculo tríceps braquial** prolonga hacia arriba la saliente del olécranon.

Antebrazo. Aparato de la pronosupinación

57

ARTICULACIONES RADIOULNARES [RADIOCUBITALES]

El radio y la ulna [cúbito] se articulan entre sí en sus extremidades superior e inferior: son las **articulaciones radioulnares** superior e inferior. Los dos huesos están unidos además por la **membrana interósea del antebrazo**. En estas articulaciones se producen los **movimientos de pronación** y de **supinación**.

Articulación radioulnar superior

Esta articulación pertenece al tipo de las **trocoides** y es una de las que integran la articulación del codo. Con ella comparte la cápsula fibrosa y la sinovial.

Superficies articulares

Representan segmentos de cilindro: la **cabeza radial** con la **circunferencia articular** enfrenta a la pequeña **incisura radial de la ulna**, que es cóncava (**fig. 57-1**), y al **ligamento anular del radio**, cuya cara interna está tapizada de cartílago.

Superficie radial. La circunferencia articular, de dirección vertical, contornea la cabeza radial. Medialmente, alcanza de 6 a 7 mm de altura, pero disminuye poco a poco y llega a 3 mm lateralmente. En un corte perpendicular al eje mayor de la cabeza, esta superficie no es rigurosamente circular. Su diámetro transversal, en posición de supinación, es algo superior a su diámetro anteroposterior. El cartílago que la cubre presenta un espesor de 1 mm, término medio; se continúa hacia abajo y tapiza la cúpula radial por arriba.

Superficie ulnar [cubital]. Corresponde a la **incisura radial** de la ulna, situada en la cara lateral del proceso [apófisis] coronoides, debajo y lateralmente a la incisura troclear, a la cual prolonga hacia abajo y en sentido lateral por su parte horizontal. Elíptica, cóncava de adelante hacia atrás, da apoyo a la cabeza radial sin circundarla: solo representa la sexta parte de una circunferencia.

Interlínea articular. Es vertical, cóncava de adelante hacia atrás. Es difícil de ver en las radiografías del codo, tanto anteroposteriores [frente] como laterales [perfil]. Sobresale hacia la parte superior del espacio interóseo, limitado lateralmente por el cuello del radio y más abajo por la saliente de la tuberosidad del radio.

Medios de unión

Cápsula articular. Está constituida por la cápsula de la articulación del codo. Desciende más que las superficies radioulnares a las que une adelante, atrás y abajo.

Ligamentos. Los propios de esta articulación son:

– El **ligamento anular del radio** (**fig. 57-2**): es un anillo incompleto cuyas extremidades se insertan en los bordes anterior y posterior de la incisura radial de la ulna. Dispuesto horizontalmente, este anillo rodea la cabeza radial. Su cara profunda, cóncava, está revestida por una delgada capa de fibrocartílago. Su cara superficial, convexa, está cubierta por los músculos vecinos: atrás el ancóneo, adelante y lateral, el braquial y el supinador, que se inserta en ella. Su borde superior se confunde con los fascículos anterior y medio del ligamento colateral radial. Su borde inferior rodea el cuello del radio, sobre el cual se moldea sin insertarse en él. De aproximadamente 1 cm de altura, sólido y más espeso en su parte posterior que en la anterior, este anillo en parte óseo y en parte fibroso contiene la cabeza radial.

– El **ligamento cuadrado** [de Denucé] (**fig. 57-3**): refuerza la superficie inferior de la cápsula. Es una lámina cuadrilátera tendida horizontalmente desde el borde inferior de la incisura radial de la ulna hasta la parte correspondiente del cuello del radio. Relativamente delgado en su parte media, se engruesa en sus bordes anterior y posterior. Mide aproximadamente 1 cm de lado. Se le atribuye una acción limitativa de los movimientos de pronosupinación.

Sinovial

Es una dependencia de la sinovial del codo. Desciende aquí por debajo del ligamento anular, donde constituye el **receso sinovial perirradial**.

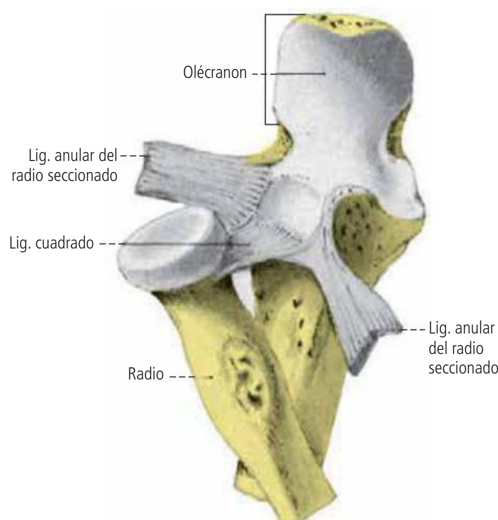


Fig. 57-1. Articulación radioulnar proximal.

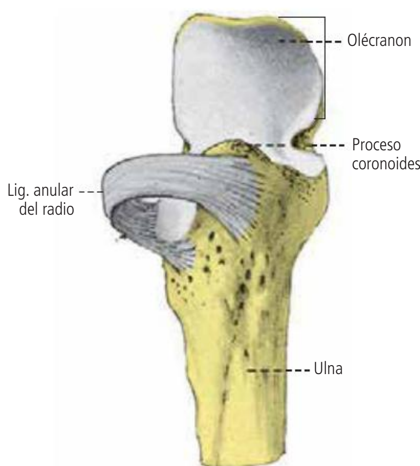


Fig. 57-2. Ulna [cúbito] y ligamento anular del radio.

Relaciones

La articulación es profunda, **excepto atrás**, donde se puede palpar y comprobar el deslizamiento de la cabeza radial. Está tapizada por el fascículo de inserción del músculo **supinador**, que la separa de los planos superficiales. Adelante, la parte medial está cubierta por el borde lateral del músculo braquial, delante del cual se profundiza el tendón del músculo bíceps braquial. En sentido lateral, responde al esqueleto ulnar y radial y en un plano más superficial, a los músculos epicondíleos laterales. Los ramos terminales del nervio radial son el ramo superficial y el ramo profundo; este último, oblicuo abajo, lateral y atrás, se introduce entre los fascículos del músculo supinador, describiendo un trayecto espiroideo alrededor de la extremidad superior del radio. La arteria recurrente radial anterior, rama de la radial, y la arteria interósea recurrente, rama de la interósea posterior, se sitúan sobre las caras respectivas de la articulación.

Vascularización e inervación

Se confunden con las de la parte lateral de la articulación del codo.

Articulación radioulnar inferior

Como la precedente, es una articulación **trocoide**, pero se comprueba que la disposición de las superficies articulares es a la inversa: la superficie **cóncava** corresponde al radio y la superficie **convexa**, a la cabeza de la ulna. Además, un elemento original está constituido por el **disco articular**, que es a la vez medio de unión y superficie articular.

Superficies articulares

Superficie radial. Es la **incisura ulnar** del radio, excavada en la cara medial de la extremidad inferior del hueso (**fig. 57-4**). Casi plana en sentido vertical, es cóncava de adelante hacia atrás, y orientada medialmente y algo hacia arriba.

Superficie ulnar [cubital]. La cabeza de la ulna, prominente, presenta una **superficie superolateral**, que ocupa los dos tercios del contorno de la cabeza, más alta en la parte media que en sus dos extremidades; es fuertemente convexa en todos los sentidos y está orientada en sentido lateral y algo hacia abajo. También presenta una **superficie inferior**, horizontal, plana o ligeramente convexa, apartada de los huesos del carpo por el disco articular. Estas dos superficies, separadas por una cresta roma, están revestidas por un cartílago común.

Interlínea articular. Es vertical, algo cóncava medialmente en sentido anteroposterior. Es netamente visible en las radiografías anteroposteriores de la región carpiana, con el antebrazo en supinación.

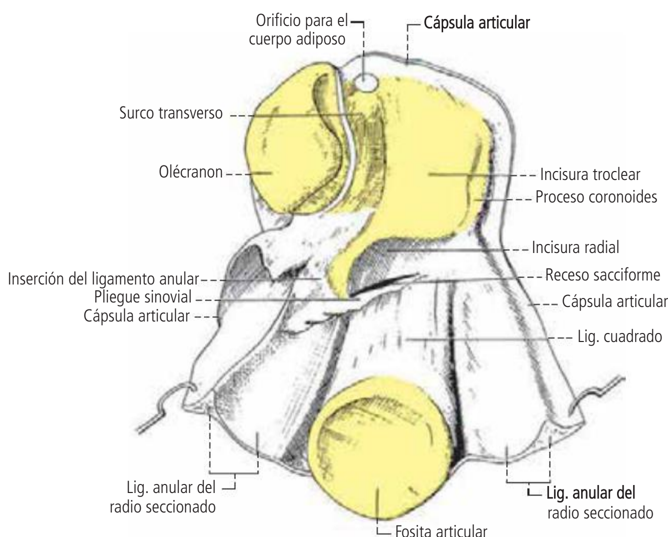


Fig. 57-3. Articulación radioulnar proximal, vista superior.

Medios de unión

La **cápsula articular** que une a estas superficies se inserta: **lateralmente**, en el borde superior de la incisura ulnar del radio; **medialmente**, en el borde superior de la superficie articular de la cabeza de la ulna; **adelante** y **atrás**, en los bordes anterior y posterior del disco articular, donde se confunde con la **cápsula fibrosa** de la articulación radiocarpiana. Laxa adelante y atrás, presenta "ligamentos": el **ligamento radioulnar anterior**, mal diferenciado, con fibras transversales u oblicuas diseminadas, que se extiende de la extremidad anterior de la incisura ulnar del radio a la parte correspondiente de la cabeza de la ulna; el **ligamento radioulnar posterior**, extendido transversalmente de la extremidad posterior de la superficie articular del radio a la parte posterior de la cabeza de la ulna y de su proceso estiloides.

Pero el elemento esencial es el **disco articular** [ligamento triangular] (**fig. 57-5**): este es una lámina fibrosa, tapizada por cartílago en sus dos caras, cuya base se inserta en el borde inferior de la incisura ulnar del radio y cuyo vértice se fija en la ranura o surco que separa la cabeza de la ulna de su proceso estiloides. Dispuesto horizontalmente, su cara superior se moldea sobre la cara inferior de la ulna sin adherirse a ella, su cara inferior se apoya sobre el semilunar y el piramidal, huesos de la primera fila del carpo. Este ligamento completa la cavidad de recepción de la cabeza de la ulna. Está adelgazado en su centro, y a veces perforado. Puede, asimismo, estar hendido de adelante hacia atrás en la vecindad de su inserción radial. Sus bordes anterior y posterior se confunden con las cápsulas fibrosas de las articulaciones radioulnar distal y radiocarpiana.

Sinovial

Es común a la doble articulación del radio con la cabeza de la ulna, y de esta con el disco articular. Muy amplia, como conviene a una articulación muy móvil, reviste la cápsula, excede hacia arriba el nivel de las superficies articulares y envía hacia la extremidad inferior del espacio inferior del antebrazo, entre la ulna y el radio, un receso: el **receso sacciforme** [fondo de saco superior]. La sinovial radioulnar inferior comunica, a veces, si el disco articular está perforado, con la sinovial de la articulación radiocarpiana.

Relaciones

Es **profunda adelante**, donde está tapizada por el músculo **pronador cuadrado** y por los **tendones mediales de los flexores de los dedos** y el **flexor ulnar [cubital] del carpo**, separados por el eje vasculonervioso ulnar [cubital]. **Atrás** es más superficial, y su interlínea se puede palpar medialmente a los tendones extensores del 5.º dedo.

Vascularización e inervación

Las arterias y venas son ramas y tributarias de los vasos interóseos, anteriores y posteriores. Los nervios proceden del nervio interóseo anterior, ramo del nervio mediano y del ramo profundo del nervio radial.

Membrana interósea del antebrazo

Está constituida por un conjunto de fibras, reunidas para formar una membrana delgada, tendida del borde medial del radio al borde lateral de la ulna [cúbito]. Alcanza, abajo, la articulación radioulnar distal, pero arriba se detiene netamente debajo de la tuberosidad del radio, donde termina por un borde cóncavo, falciforme, por encima del cual pasa la arteria interósea posterior.

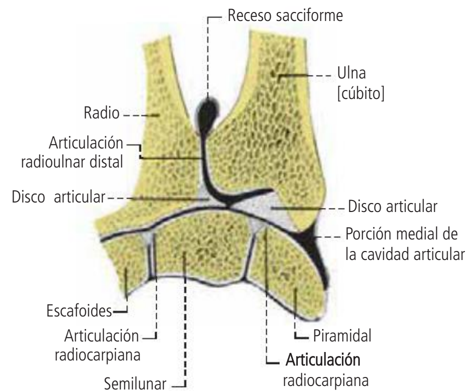


Fig. 57-4. **Corte coronal de la articulación radioulnar distal, lado derecho; segmento posterior del corte. visto por su cara anterior.**

Las fibras que la constituyen son oblicuas de arriba hacia abajo y de lateral a medial, en la parte superior. Se hacen transversales abajo. La membrana presenta su máximo espesor en sus tres cuartos superiores, allí donde se insertan, adelante, las fibras del músculo flexor profundo de los dedos. En su cuarto inferior es más delgada. Proximal a la membrana interósea se ve una cintilla fibrosa, más o menos diferenciada, algunas veces doble, oblicua abajo y en sentido lateral, extendida desde la base del proceso coronoides hasta la cara anterior del radio, por debajo de su tuberosidad. Es la **cuerda oblicua** [de Weitbrecht].

La **membrana interósea** es un elemento topográfico esencial del antebrazo que contribuye a dividirlo en dos regiones, anterior y posterior.

MÚSCULOS PRONADORES Y SUPINADORES

Los movimientos de pronación y de supinación consisten en una rotación tal del radio sobre la ulna [cúbito], que se puede



Fig. 57-5. **Disco articular de la articulación radioulnar distal.** La ulna [cúbito] ha sido separada y reclinada medialmente (según Paturet).

ubicar la mano sea con la palma hacia adelante (supinación) o con la palma hacia atrás (pronación). Los músculos que aseguran estos movimientos son:

- Músculos pronadores: pronador redondo y pronador cuadrado.
- Músculos supinadores: supinador y bíceps braquial.

El músculo denominado **braquiorradial** [supinador largo] no debe considerarse como músculo supinador.

Músculo pronador redondo

El pronador redondo es el más lateral de los músculos epicondíleos mediales. Cruza en diagonal la cara anterior del antebrazo. Se extiende desde el epicóndilo medial y desde la ulna [cúbito] hacia la diáfisis radial. Es un músculo de la región anterior. Está situado en la parte superior y media del antebrazo.

Inserciones y constitución anatómica

Inserción superior. El músculo se inserta por dos fascículos distintos (**figs. 57-7** y **57-8**):

A. El **fascículo epicondíleo medial**, que se inserta lateralmente al del flexor radial del carpo, en la cara anterior del epicóndilo medial y en el tabique intermuscular, que lo separa del flexor radial del carpo. Es fuerte y grueso.

B. El **fascículo coronoideo o ulnar**, que se inserta profundamente en el proceso coronoides ulnar, medial al braquial. Es estrecho y delgado.

Cuerpo muscular. Está constituido por la fusión de los dos fascículos precedentes. Después de un trayecto corto, se transforma en un músculo grueso y aplanado que se dirige en forma oblicua abajo y lateralmente.

Inserción inferior. Las fibras que forman el cuerpo muscular se continúan por un tendón aplanado y resistente, que se fija en la parte media de la cara lateral del radio.

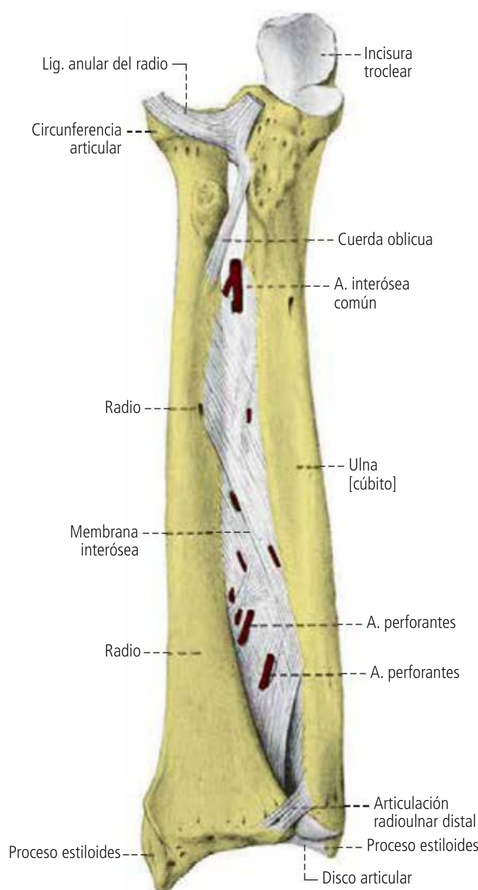


Fig. 57-6. **Membrana interósea del antebrazo, vista por su cara anterior.**

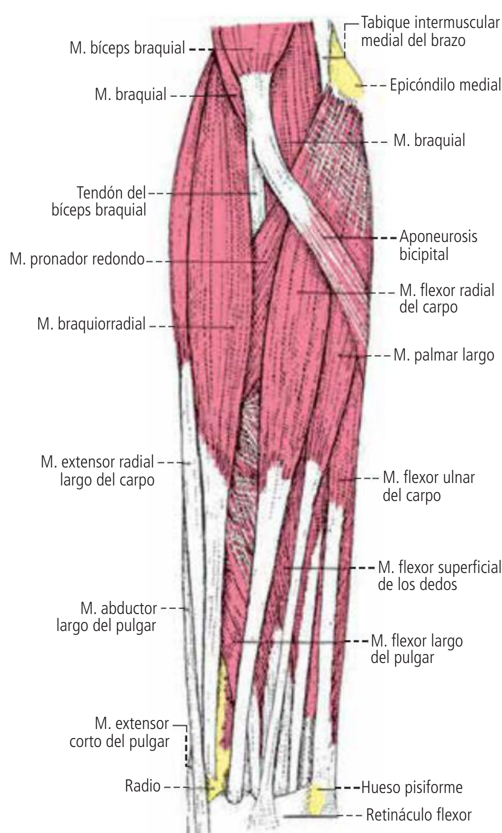


Fig. 57-7. **Músculos de la región anterior del antebrazo, capa superficial.**

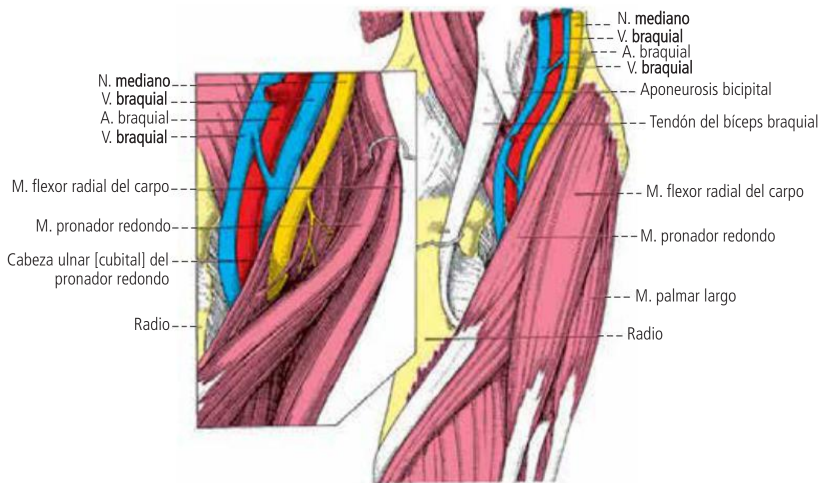


Fig. 57-8. **Músculo pronador redondo y su inervación.**

Relaciones

El músculo forma parte de la masa de los músculos epicondíleos mediales superficiales. Su borde lateral limita, junto con el braquiorradial, un triángulo en el codo (**fosa del codo**), cuyos lados lo forman los surcos bicipitales medial y lateral. Esta **fosa del codo** contiene al músculo braquial, al bíceps braquial, al supinador, a los nervios radial y mediano y a la arteria braquial. El pronador redondo limita medialmente al **surco bicipital medial**. El nervio mediano cursa **entre los dos fascículos** de inserción del pronador redondo, mientras que la arteria ulnar [cubital] está situada **lateralmente**. El fascículo coronoideo separa esta arteria del nervio mediano. Lateralmente se hace profundo, delante del braquial y del flexor superficial de los dedos, pero detrás del braquiorradial. Entre estos dos músculos transcurren la arteria radial y el ramo superficial del nervio radial.

Inervación

El pronador redondo recibe dos ramos originados del **nervio mediano** en la fosa del codo: el nervio **superior** para el fascículo epicondíleo medial, al que penetra por la cara profunda, y el nervio **inferior** para el fascículo coronoideo, al que penetra por su cara anterior. Estos ramos provienen de C6.

Vascularización

Se realiza por ramas originadas de la **arteria recurrente ulnar [cubital] anterior**, arriba, y a veces de la **arteria radial**, abajo.

Acción

Es, ante todo, pronador. Da potencia a este movimiento y es activo en los movimientos lentos que requieren fuerza, así como en los movimientos rápidos. Es, de modo accesorio, flexor del antebrazo sobre el brazo.

Músculo pronador cuadrado

Es un músculo aplanado, cuadrilátero profundo, situado en la parte anterior e inferior del antebrazo.

Inserciones y constitución anatómica

La inserción medial se realiza en el **borde anterior de la ulna [cúbito]**, en su cuarto inferior (**fig. 57-9**). Desde allí el cuerpo muscular se dirige lateralmente para fijarse en el cuarto inferior de la **cara anterior del radio**.

Relaciones

Está aplicado sobre la **cara anterior** del esqueleto del antebrazo, de la membrana interósea antebraquial y de la articulación radioulnar distal. Adelante se relaciona, de medial a lateral, con los tendones del flexor ulnar [cubital] del carpo, del flexor profundo de los dedos y del flexor largo del pulgar. Estos tendones cruzan perpendicularmente a las fibras transversales del pronador cuadrado. Este se encuentra separado de los tendones por un plano conectivo denominado "espacio de Parona", espacio intermusculotendinoso profundo del antebrazo, que comunica hacia distal con el espacio retrotendinoso de la palma de la mano.

Inervación

Se realiza por un ramo del **nervio interóseo anterior**, ramo del **nervio mediano**, que llega al músculo por su cara profunda (C8).

Vascularización

Proviene de la arteria interósea anterior.

Acción

Tomando su apoyo en la ulna [cúbito], lleva al radio hacia adelante y en sentido medial, asegurando el movimiento de pronación. Es regularmente activo en el curso de este movimiento, sea este lento o rápido, débil o potente.

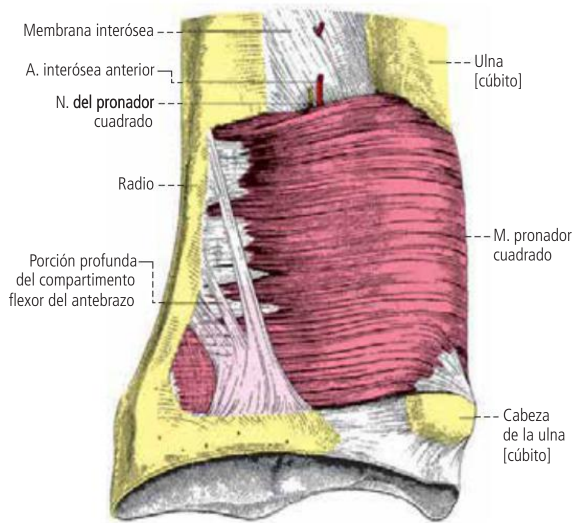


Fig. 57-9. **Músculo pronador cuadrado, vista anterior.**

Músculo supinador

Situado profundo en la región lateral y superior del antebrazo, se extiende desde el húmero hacia el radio y de la ulna [cúbito] al radio.

Inserciones y constitución anatómica

Las inserciones se realizan a través de dos fascículos (**figs. 57-10** y **57-11**): humerorradial y ulnorradial [cubitorradial].

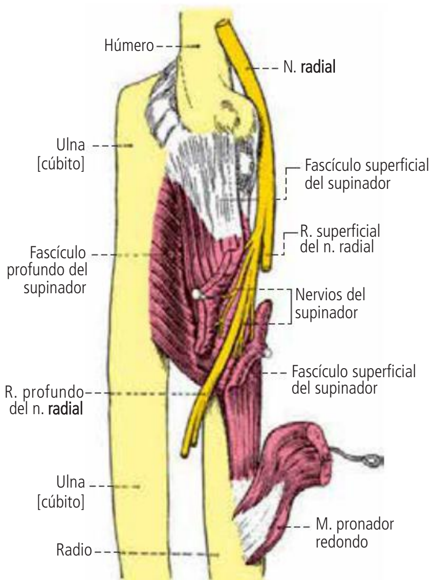


Fig. 57-10. **Músculo supinador y sus nervios.**

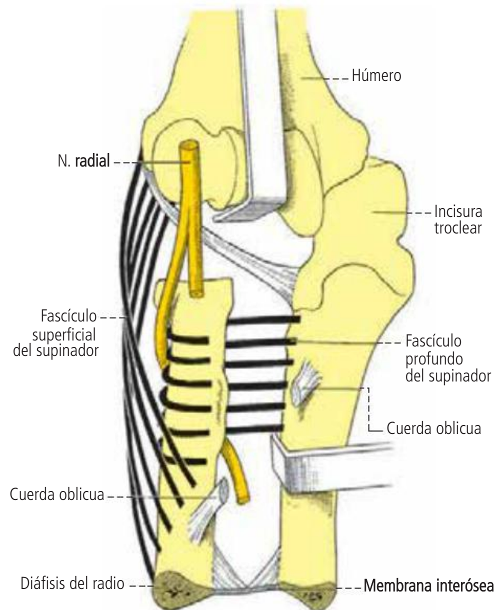


Fig. 57-11. **Constitución esquemática del músculo supinador** (según Gregoire).

A. Fascículo humerorradial (superficial): se inserta en la parte inferior del **epicóndilo lateral del húmero** por un fascículo subyacente a los tendones de origen de los músculos extensor radial largo y radial corto del carpo y del extensor de los dedos, y en el **ligamento colateral** de la articulación del codo. La liberación del músculo en su inserción ligamentosa exige una disección atenta.

B. Fascículo ulnorradial (profundo): se inserta por debajo de la incisura radial de la ulna, hasta una cresta saliente que la separa de la superficie del ancóneo.

Cuerpo muscular. Así constituido, se dispone en dos planos de diferente dirección: una **lámina superficial** con fibras verticales y oblicuas abajo y medialmente, y una **lámina profunda** constituida por fibras de dirección transversal que pasan por detrás del radio y contornean su cuello.

Inserción radial. Las fibras así dispuestas terminan en la **cara anterior del radio**, arriba, lateral y debajo de la tuberosidad del radio, hasta la raíz inferior de esta tuberosidad. Se extiende desde el ligamento anular del radio, por arriba, hasta la inserción del pronador redondo, por abajo.

Relaciones

Por su cara **cóncava**, cubre la parte anterolateral de la articulación del codo y radioulnar proximal, así como el tercio superior del radio. Su cara **convexa** está cubierta atrás y lateralmente por los dos músculos extensores radiales largo y corto del carpo, el extensor de los dedos, el extensor del 5.º dedo, el extensor ulnar del carpo y el braquiorradial. Pero la relación más importante del cuerpo muscular del supinador la constituye el ser atravesado por el **ramo profundo del nervio radial**. Este se sitúa **entre los dos fascículos** constitutivos del músculo, en un trayecto oblicuo de arriba hacia abajo, de adelante hacia atrás y de lateral a medial.

Inervación

Proviene del **ramo profundo del nervio radial**, durante su pasaje entre los fascículos del músculo (C6).

Vascularización

Se realiza por los elementos del círculo periarticular lateral del codo, arterias recurrentes radiales, anterior y posterior y arteria interósea posterior.

Acción

Su contracción hace girar el radio de medial a lateral. Asegura solo la supinación y el bíceps braquial añade su acción cuando el movimiento exige fuerza.

Músculo bíceps braquial

Ha sido estudiado con los músculos del brazo.

ANATOMÍA FUNCIONAL. MOVIMIENTOS DE PRONACIÓN Y DE SUPINACIÓN

Definición

Cuando el **miembro superior** se encuentra extendido en sentido lateral al tronco, se dice que la mano se halla en **supinación** cuando la palma está ubicada hacia adelante y el pulgar hacia lateral; mientras que está en **pronación** cuando la palma está orientada hacia atrás y el pulgar hacia medial. Para que la mano pase de una a otra posición, se ejecuta un **movimiento de pronosupinación**.

En condiciones funcionales normales, este movimiento puede alcanzar una amplitud de 360º. Para esta amplitud de movimiento se pasa desde la posición de **supinación forzada**, donde el borde ulnar de la mano está orientado hacia adelante, hasta la posición de **pronación forzada**. Pero para alcanzar tal amplitud, el movimiento requiere la intervención de las articulaciones del hombro, y de la radioulnar y la radiocarpiana: estos movimientos no forman parte de la pronosupinación. La verdadera pronosupinación se realiza, en esencia, en las **articulaciones radioulnares proximal y distal**. El movimiento así concebido oscila entre los 113° y los 151°, según el codo esté extendido o en flexión (Salter y Darcus).

Mecanismo osteoarticular

Se trata sobre todo de una **rotación del radio alrededor de la ulna [cúbito]** (fig. 57-12).

Acción del radio

En posición de supinación, la cara anterior del radio está dirigida hacia adelante, como la de la ulna:

- **Pasando de la supinación a la pronación**, el radio gira. Su **diáfisis** cruza delante de la ulna [cúbito], su **extremidad superior** gira sobre sí misma, alrededor de un eje que pasa por el cóndilo humeral y el centro de la fosita articular radial. Este eje es algo oblicuo hacia abajo y medialmente. Al mismo tiempo, la fosita articular radial, ligeramente excéntrica, se desplaza en sentido lateral como para que la tuberosidad del radio no enganche a la ulna, como se produce en los accidentes de "pronación dolorosa" del niño. La **extremidad distal** describe un movimiento circunferencial alrededor de la cabeza ulnar [cubital] por la cual pasa el eje del movimiento. La cara anterior de la epífisis radial es llevada así medialmente y luego hacia atrás.
- Se comprueba que las dos extremidades del radio efectúan, para un mismo resultado, dos movimientos diferentes: en el lugar, arriba y circunferencial, abajo. Esto se explica por la forma del radio, que ha sido comparado con un berbiquí (manivela). Más allá del cuello del radio, el **ángulo cervicodiafisario** lleva al hueso lateralmente, luego se vuelve cóncavo en sentido medial.

Pero junto a esta exigencia de forma, es necesario aquí que el eje del movimiento de las dos extremidades sea el mismo: es el **eje del antebrazo** que va del capítulo humeral a la cabeza de la ulna [cúbito], alrededor de la cual el radio gira "como una bandera alrededor de su asta". Este eje no coincide con el eje anatómico del antebrazo.

Acción de la ulna [cúbito]

En el curso de la pronación, se efectúa un movimiento de abducción-extensión. Este es de muy poca amplitud en la articulación humeroulnar, pero la longitud del hueso es tal que su extremidad inferior se desplaza 1 cm o más. Este desplazamiento es tanto más amplio cuanto más gire la mano teniendo como eje un dedo más

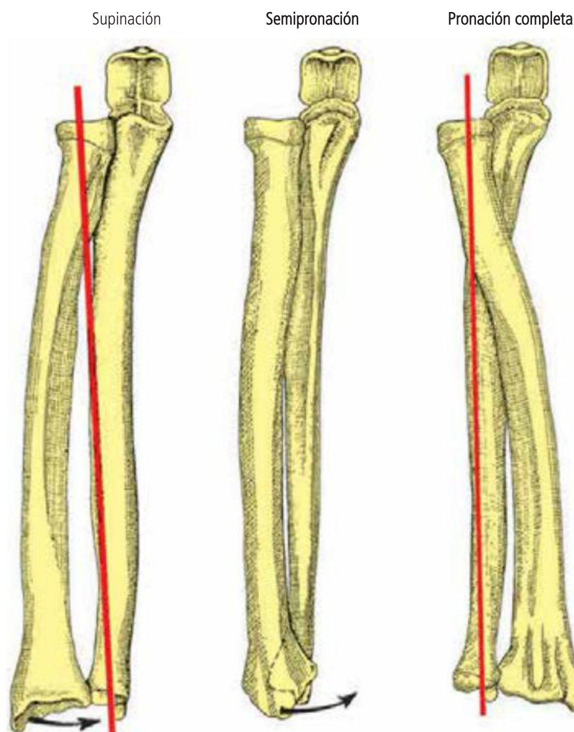


Fig. 57-12. **Esquema que indica el movimiento que efectúa el radio al pasar de la supinación a la pronación completa. El eje de rotación pasa por el centro de la fosita articular de la cabeza del radio y de la cabeza de la ulna [cúbito].**

lateral. No se debe desconocer esta acción, y las fracturas ulnares [cubitales] exigen reducciones tan precisas como las del radio.

Sincronización. Leyes de la pronosupinación

Sólidamente unidos a nivel de su diáfisis por la **membrana interósea**, el radio y la ulna [cúbito] se mueven de manera simultánea. Para que esos movimientos lleguen a un resultado perfecto, es necesario:

- Que el eje de las articulaciones radioulnares proximal y distal sea el mismo: es el **eje del antebrazo** definido antes.
- Que el **ángulo cervicodiafisario** del radio permanezca intacto.
- Que el radio y la ulna [cúbito] conserven su respectiva **longitud** (el radio es 4 mm más largo, término medio).
- Que la **coaptación** de las superficies radioulnares sea perfecta.
- Que las dos articulaciones radioulnares se encuentren a la vez en la **misma posición** de pronación o de supinación. Es la ley de la **homología de las dos articulaciones** formulada por Destot. Es ilustrada por las consecuencias de las fracturas viciosamente consolidadas del esqueleto del antebrazo, con el **desplazamiento** que se produce cuando la extremidad superior del radio (mantenida en supinación por el tono de los músculos supinadores) no se encuentra más en el mismo plano que la extremidad inferior (mantenida en pronación por el músculo pronador cuadrado).

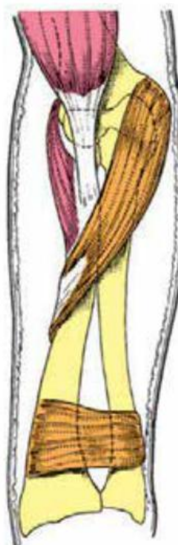


Fig. 57-13. **Músculos pronadores (en naranja) y supinadores (en rojo) y su disposición con relación al esqueleto del antebrazo.**

Límites del movimiento

La acción principal se lleva a cabo por la **tensión de los ligamentos**: **ligamento cuadrado del codo** arriba, **disco articular** abajo. En cuanto a los cuerpos de los huesos, no se ponen en contacto, sus diáfisis permanecen siempre separadas por masas musculares.

Acciones musculares

Es en el radio donde se insertan los músculos pronosupinadores: los **músculos supinadores** en su parte superior: supinador y bíceps braquial; los **músculos pronadores** en su parte media e inferior, pronador redondo y pronador cuadrado (**fig. 57-13**). Los supinadores actúan sobre un segmento óseo más corto: ¿serían, por ello, menos potentes? Nada permite afirmarlo: es difícil decir si es más fácil "apretar un tornillo" (pronación) que "aflojarlo" (supinación).

Los movimientos de la ulna [cúbito] serían producidos por el músculo **ancóneo** (estudios electromiográficos de Basmajian).

El aparato muscular de la pronosupinación hace intervenir tres nervios: el **mediano** (pronador redondo y cuadrado), el **radial** (supinador) y el **musculocutáneo** (bíceps braquial). El déficit motor afecta la rapidez y la potencia del movimiento en ciertas enfermedades del cerebro o del cerebelo (**adiadococinesia**: torpeza en los movimientos, movimientos de "marioneta").

58 Mano

Articulaciones de la mano

ARTICULACIÓN RADIOCARPIANA

Es una articulación sinovial de tipo elipsoide que une la epífisis inferior del radio con el carpo. Se la designa "radiocarpiana" pues la ulna [cúbito] no participa directamente en su constitución.

Superficies articulares

Están formadas por dos superficies que se oponen, una "**cavidad glenoidea**" que corresponde al radio y al disco articular, y un "**cóndilo carpiano**" que corresponde al escafoides, el semilunar y el piramidal. Esta descripción es, conforme a la realidad, anatómica y funcional.

Superficie articular del antebrazo

Presenta una superficie **cóncava** en sentido anteroposterior y transversal (**fig. 58-1**). El eje mayor, **transversal**, se extiende desde el proceso estiloides del radio hasta el proceso estiloides de la ulna. El eje menor corresponde a la distancia que existe entre la cara anterior y la posterior del radio a nivel de su incisura ulnar. La superficie articular comprende dos partes:

A. Superficie radial: la **carilla articular carpiana** tiene forma triangular, cuyo vértice corresponde al proceso estiloides del radio. Su base está oculta por la inserción del disco articular; el borde posterior sobrepasa la superficie articular, formando un relieve; el borde anterior corresponde al borde anterior de la epífisis; en la unión de su tercio medial con los dos tercios laterales presenta: la **incisura radioescafolunar anterior**. Desde aquí parte una cresta roma anteroposterior que divide a esta superficie en: una superficie lateral, triangular, para el **escafoides** y una superficie cuadrangular para el **semilunar**. La superficie radial está revestida, de manera uniforme, por un cartílago que se continúa medialmente con el disco articular.

B. Superficie ligamentosa: corresponde a la cara inferior del **disco articular** [ligamento triangular] perteneciente a la articulación radioulnar distal. Es bastante cóncavo hacia abajo y en sentido medial. El disco articular está tapizado por cartílago y se interpone entre la cara inferior ulnar y la interlínea radiocarpiana.

Superficie carpiana

Es regularmente redondeada, convexa hacia arriba, y está formada por tres huesos de la primera fila del carpo: de lateral a

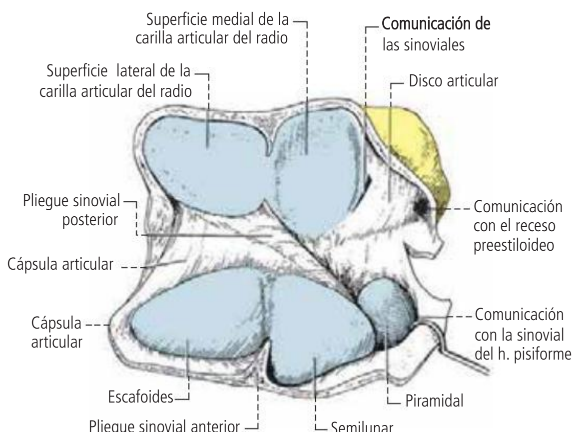


Fig. 58-1. Articulación radiocarpiana, abierta en su parte anterior para mostrar sus superficies articulares.

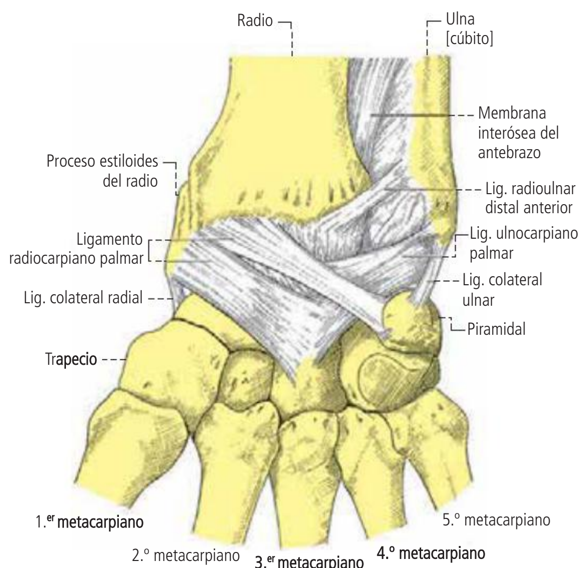


Fig. 58-2. Articulación radiocarpiana, vista anterior, cara palmar.

medial, el **escafoides**, el **semilunar** y el **piramidal**. Reunidos por sus articulaciones propias, forman una superficie continua, tapizada por cartílago articular. En la posición intermedia de la mano, sin ninguna inclinación lateral, el **escafoides** responde a la superficie radial, el **semilunar** al radio y al disco articular, y el **piramidal** se sitúa debajo del disco articular.

Interlínea articular

Es muy irregular, sin ningún accidente del lado del antebrazo ni del lado carpiano. Es cóncava hacia abajo, tanto en el sentido transversal como en el sentido anteroposterior.

Medios de unión

Cápsula. Es una membrana fibrosa insertada exactamente alrededor de las superficies articulares. Se fija en particular en los bordes anterior y posterior de la superficie articular del radio y en los bordes del disco articular; abajo, en el contorno articular de las caras correspondientes de los tres huesos del carpo que constituyen el cóndilo carpiano (escafoides, semilunar y piramidal).

Ligamentos. Refuerzan la cápsula y permiten a los huesos desplazarse notablemente los unos con respecto a los otros.

A. **Ligamento anterior:** oblicuo abajo y medialmente, está formado por dos fascículos que convergen hacia abajo. El **fascículo radiocarpiano palmar** se origina en el borde anterior de la cara articular del radio y sobre su proceso estiloides para terminar en el semilunar y en el piramidal. Las fibras que provienen del proceso estiloides terminan en la cara anterior del hueso grande. El **fascículo ulnocarpiano [cubitocarpiano] palmar**, oblicuo abajo y lateral, se extiende en abanico desde la ulna [cúbito] hasta la cara anterior del semilunar, del piramidal y sobre el hueso grande, entre la cabeza de la ulna y el proceso estiloides.
B. **Ligamento posterior (radiocarpiano dorsal):** es menos grueso (**fig. 58-3**). Se extiende desde el borde posterior del radio, oblicuo hacia abajo y medial a la cara dorsal del piramidal. Algunas fibras se insertan en el semilunar.
C. **Ligamento colateral ulnar [cubital]:** es potente y elástico (**figs. 58-2** y **58-3**). Se inserta arriba en el vértice y el lado medial del proceso estiloides de la ulna. Se dirige hacia abajo y se ensancha en abanico, dividiéndose en dos fascículos: el anterior, que se inserta en el hueso pisiforme, y el posterior que lo hace en la cara dorsal del piramidal.
D. **Ligamento colateral radial:** es igualmente sólido y elástico (**figs. 58-2** y **58-3**). Se fija en el vértice del proceso estiloides del radio y desde aquí se extiende sobre el lado anterolateral del hueso escafoides.
E. **Ligamento radioescafolunar:** es una pequeña cintilla sagital, insertada en la incisura radioescafolunar anterior. Dirigido hacia abajo y atrás, llega a la interlínea escafolunar. Se divide abajo en una inserción escafoidea y en una inserción lunar más desarrollada (A. Latarjet y Kuentz).

Sinovial

Tapiza la cara profunda de la cápsula en toda su extensión y termina en el límite del revestimiento cartilaginoso (**figs. 58-1** y **58-4**). Adelante presenta un pliegue semilunar que corresponde a la interlínea que separa al escafoides del semilunar. Atrás, un pliegue análogo separa al semilunar del piramidal. En la parte anterolateral envía una prolongación por delante del hueso escafoides. Otra prolongación se desprende de su parte medial por delante del proceso estiloides de la ulna [cúbito], el **receso preestiloideo**. La sinovial de la ulna envía además prolongacio-

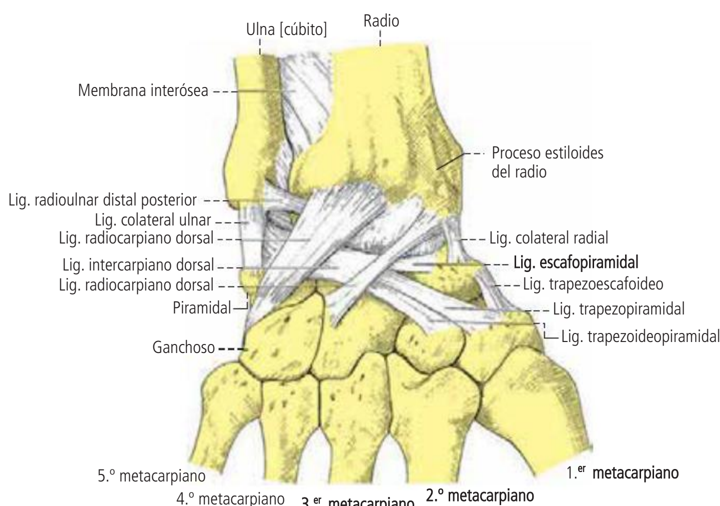


Fig. 58-3. **Articulación radiocarpiana, vista posterior.**

nes entre los fascículos de su aparato ligamentoso: los recesos articulares.

Comunica bastante a menudo (dos veces de cada cinco) con la articulación radioulnar inferior a través del disco articular.

Relaciones

Se debe recordar, esencialmente, que la articulación radiocarpiana es **superficial por su cara dorsal** y **profunda por su**

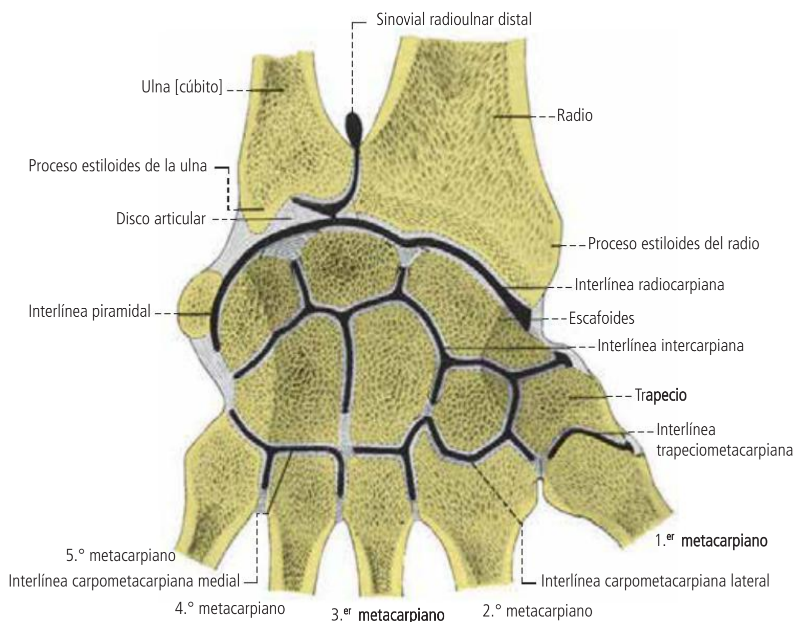


Fig. 58-4. **Corte coronal de las articulaciones radiocarpiana, intercarpianas y carpometacarpianas, lado derecho; segmento anterior, visto por su cara posterior.**

cara palmar. Las partes lateral y medial son superficiales, pero están protegidas por la saliente del proceso estiloides.

Cara posterior. La articulación está separada de la piel por el retináculo de los extensores que aplica, a su contacto, los tendones extensores de la mano y de los dedos con las vainas sinoviales que los rodean.

En la cara dorsal se pueden exteriorizar los "quistes sinoviales" desarrollados a través de las dehiscencias capsuloligamentosas. Igualmente, por la cara dorsal se ingresa más fácilmente en esta articulación.

Cara anterior. Se relaciona con el **túnel carpiano**. Es un túnel osteofibroso, interpuesto entre la región anterior del antebrazo y la palma, desarrollado profundamente al **retináculo flexor** [ligamento anular anterior del carpo] y por el cual pasan los tendones flexores de los dedos, rodeados por sus vainas sinoviales y el nervio mediano. El eje vasculonervioso ulnar [cubital] pasa medial al túnel carpiano, por el **canal ulnar [cubital]**, situado superficialmente al retináculo flexor.

Cara ulnar [cubital]. Se exterioriza colocando la mano en fuerte inclinación radial. Poco extensa, está marcada por el relieve superficial del ligamento colateral ulnar.

Cara radial. Oculta por la saliente del proceso estiloides del radio, se relaciona con la "tabaquera anatómica" que contiene los tendones de los músculos extensores radiales largo y corto del carpo y la arteria radial.

Los **cartílagos epifisarios** inferiores del radio y de la ulna están situados netamente por encima de la inserción capsular.

Anatomía de superficie

La articulación radiocarpiana posee dos puntos de referencia óseos perceptibles: los procesos [apófisis] estiloides del radio y de la ulna [cúbito]. Esta última es dominada, atrás, por la saliente de la tuberosidad inferior de la ulna. La punta del proceso estiloides radial desciende más que la estiloides ulnar. Están al mismo nivel en las fracturas de la extremidad inferior del radio.

La interlínea articular corresponde, adelante, al pliegue de flexión cutáneo superior de la articulación radiocarpiana.



Fig. 58-5. Radiografía dorsopalmar (de frente) del carpo derecho. Se distinguen los extremos distales del radio y de la ulna, los ocho huesos del carpo y los huesos metacarpianos.

Vascularización e inervación

Las **arterias** se disponen sobre las dos caras de la articulación y provienen sobre todo de las arterias interóseas del antebrazo. Una red anastomótica muy densa une las ramas provenientes de las arterias radial y ulnar [cubital] (Kuhlmann).

Los **nervios** provienen de los nervios interóseos (anterior y posterior) originados del mediano adelante y del radial atrás.

Anatomía radiológica

En las radiografías posteroanteriores, la interlínea está parcialmente oculta por los bordes anterior y posterior del radio (**fig. 58-5**). En la proyección lateral existen superposiciones que dificultan el análisis de la imagen.

ARTICULACIONES DEL CARPO

Los huesos que constituyen el carpo se encuentran articulados entre sí y dispuestos en dos filas. Se distinguen:

- Articulaciones de los huesos del carpo entre sí.
- Articulación entre la primera y la segunda fila.

Articulaciones de los huesos del carpo entre sí

En la **primera fila** del carpo se distinguen las articulaciones del escafoides con el semilunar, de este con el piramidal y de este con el pisiforme (**figs. 58-6** y **58-7**). Sus superficies articulares, incrustadas de cartílago, forman articulaciones sinoviales planas.

En la **segunda fila** del carpo, el trapecio se articula con el trapezoide, este con el hueso grande y este último con el hueso ganchoso, formando tres articulaciones planas.

Las numerosas superficies en contacto son, en sentido transversal, bastante planas y oblicuas, de manera de dan al macizo carpiano articulado una forma cóncava hacia adelante.

Todos estos huesos están unidos por cápsulas propias, reforzadas por ligamentos palmares y dorsales, así como por ligamentos interóseos. En estos últimos, su situación varía con cada articulación; se encuentran, en general, próximos a la parte superior de cada hueso.

Existe una articulación propia en la unión del pisiforme con el piramidal, la articulación pisipiramidal.

La **articulación pisipiramidal** no presenta ligamento interóseo. Se le describe:

- Un ligamento superior, que une el pisiforme con el proceso estiloides de la ulna [cúbito]. Es el fascículo anterior del ligamento colateral medial de la articulación radiocarpiana.
- Un ligamento palmar, del pisiforme al hueso ganchoso.
- Un ligamento dorsal, que lo une al hueso piramidal.
- Dos ligamentos inferiores, fuertes, que de la parte inferior del pisiforme se dirigen al gancho del hueso ganchoso y a la extremidad superior del 5.º metacarpiano.

Esta articulación presenta una sinovial propia que puede comunicar con la radiocarpiana. La cápsula está reforzada además por expansiones de la inserción distal del músculo flexor ulnar [cubital] del carpo.

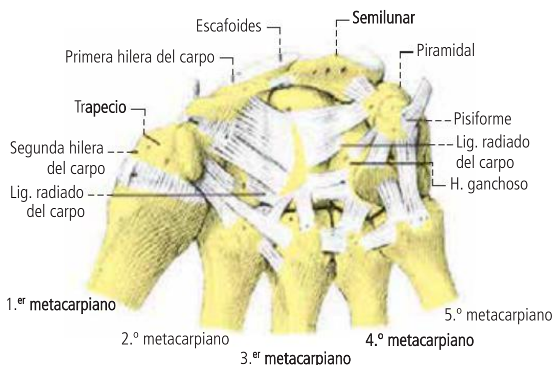


Fig. 58-6. Articulaciones carpianas y carpometacarpianas, vista anterior (cara palmar).

Articulaciones entre la primera y la segunda fila del carpo (articulación mediocarpiana)

Es una articulación sinovial de tipo bicondíleo (**figs. 58-6** y **58-7**). Une los huesos de la primera fila, excepto el pisiforme, con los de la segunda fila del carpo. Se puede considerar que se trata de una articulación **elipsoidea**: la **cavidad glenoidea** está constituida por la superficie inferior del escafoides, del semilunar y del piramidal; el **cóndilo** está formado por la cara superior del trapezoide, del grande y del ganchoso. La **articulación del escafoides** con el **trapecio** se verá más adelante, con los movimientos del pulgar, pues pertenece, en realidad, al conjunto de la "columna del pulgar", cuyo juego no interviene en los movimientos de la mano sobre el antebrazo.

Las dos filas están unidas por ligamentos palmares y dorsales. Los primeros convergen sobre el hueso grande, los segundos son más cortos y unen individualmente cada uno de los huesos. Un ligamento colateral medial se extiende sobre el lado medial de la articulación, del vértice del hueso piramidal al gancho del ganchoso.

Sinovial

Existe una **sola cavidad articular** entre todos los huesos del carpo, con una sinovial única (**fig. 58-4**). Esta puede considerarse como **mediocarpiana** con prolongaciones:

- **Superiores:** entre los huesos de la primera fila, excepto para la articulación pisipiramidal.
- **Inferiores:** entre los huesos de la segunda fila y hasta las articulaciones carpometacarpianas.

Esta sinovial no comunica con la de la articulación radiocarpiana.

Vascularización e inervación

Son idénticas a las de la articulación radiocarpiana.

Relaciones

Como la articulación radiocarpiana, estas articulaciones están ocultas adelante por el contenido del túnel carpiano, pero son superficiales atrás, por su cara dorsal.

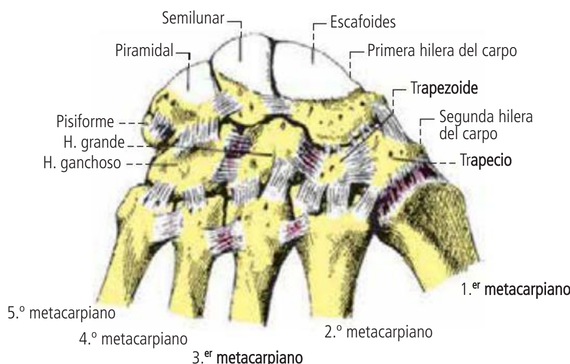


Fig. 58-7. Articulaciones carpianas y carpometacarpianas, vista posterior (cara dorsal).

ARTICULACIONES DE LA PALMA Y DE LOS DEDOS

Se dividen en:

- Articulaciones carpometacarpianas.
- Articulaciones intermetacarpianas.
- Articulaciones metacarpofalángicas.
- Articulaciones interfalángicas.

Articulaciones carpometacarpianas

Su anatomía está dominada por el contraste que existe entre la articulación carpometacarpiana del pulgar, que es muy móvil, y las de los otros metacarpianos, que son muy poco móviles.

Articulación carpometacarpiana del pulgar

Pertenece al género de las articulaciones selares [en silla de montar]. Es esencial para el buen funcionamiento del pulgar, en particular para los movimientos de oposición (**figs. 58-6** y **58-7**).

Superficies articulares

Los huesos presentes son la superficie articular inferior del **trapecio** y la superficie superior de la base del **1.er metacarpiano**. Del lado del trapecio es una superficie convexa en sentido dorsopalmar y cóncava en sentido transversal, con una vertiente lateral abrupta y una vertiente medial más redondeada. El 1.er metacarpiano está inversamente configurado y se moldea sobre la superficie del trapecio. Tradicionalmente fue descrita como una articulación en **silla de montar**, en la que el 1.er metacarpiano se asemeja al jinete, capaz de desplazarse sobre la silla trapeciana, en todos los sentidos.

Medios de unión

Están constituidos por una cápsula laxa, que se inserta: por arriba, en el contorno de la cara articular del trapecio, y por abajo, en el perímetro de la cara superior articular del metacarpiano. La cápsula es más gruesa en la parte posterior que en la anterior y más en esta que lateralmente. Es notable por lo ancha y laxa, muy favorable a la gran movilidad del pulgar.

Sinovial

Es independiente de la gran sinovial carpiana y de las sinoviales intermetacarpianas. Es muy laxa y flexible.

Relaciones

La articulación es superficial atrás y lateralmente, donde responde a la parte inferior de la **tabaquera anatómica**. Adelante y medialmente la cubren los músculos de la eminencia tenar. Está cruzada por atrás y luego medialmente por la **arteria radial**, que se profundiza en el primer espacio interóseo.

Vascularización e inervación

La arteria radial, por una parte, y el nervio mediano, por otra, las aseguran.

Articulaciones carpometacarpianas de los otros cuatro metacarpianos que unen la última fila del carpo a la base de los metacarpianos

Son articulaciones planas de orientación diferente. Por lo general se las coloca en el grupo de las sinoviales planas.

Superficies articulares

El 2.º metacarpiano se articula con el trapecio, el trapezoide y el grande, penetrando como una cuña en el carpo.

El 3.er metacarpiano se articula con el **hueso grande**. La superficie de contacto es cóncava adelante, convexa atrás, coronada aquí por la saliente posterolateral del metacarpiano (inserción del extensor radial corto del carpo).

El 4.º metacarpiano se articula a la vez con una extensa superficie en la cara inferior del **hueso ganchoso** y por una cara pequeña con el **hueso grande**.

El 5.º metacarpiano dispone, con el hueso ganchoso, de una articulación selar bastante semejante a la del 1.er metacarpiano, aunque menos marcada. Su movilidad está restringida por la unión del 5.º metacarpiano con el cuarto.

Medios de unión

Las cápsulas, poco elásticas, están reforzadas por ligamentos (**figs. 58-6** y **58-7**):

- **Palmares**, donde se distinguen: uno transversal, que desde la cara anterior del trapecio se dirige hacia el 2.º y 3.er metacarpiano; dos se insertan en el hueso grande y terminan en el 2.º y 3.er metacarpiano; un último ligamento del hueso ganchoso, al 4.º metacarpiano. El 5.º metacarpiano no tiene ligamento propio: está reemplazado por el **ligamento pisimetacarpiano** en forma de V, cuyo vértice truncado corresponde al 5.º metacarpiano y por sus dos ramas se fija, por la medial, en el pisiforme, y por la lateral, en el gancho del hueso ganchoso.
- **Dorsales**, son más fuertes que los precedentes: el 2.º metacarpiano está unido al trapezoide por dos ligamentos; un fascículo puede también unirlo al trapecio. El 3.er metacarpiano está unido por dos ligamentos al hueso grande. El 4.º y el 5.º metacarpianos están unidos cada uno por un ligamento al hueso ganchoso.
- **Interóseo** (**fig. 58-8**): tendido desde el hueso grande y el hueso ganchoso hasta el lado medial del 3.er metacarpiano.

Por último, existen expansiones de los tendones terminales insertados en los metacarpianos: músculos extensores radiales corto y largo del carpo para el 2.º y el 3.er metacarpiano, flexor radial del carpo para el 2.º metacarpiano y extensor ulnar [cubital] del carpo para el 5.º metacarpiano.

Sinovial

Parecen independientes. En realidad, comunican todas con la sinovial de la articulación mediocarpiana (**fig. 58-4**).

Relaciones

La cara dorsal es **superficial**, se relaciona con los tendones extensores de los dedos. La cara palmar, por el contrario, está profundamente oculta en la raíz de la palma, bajo los músculos de las eminencias tenar e hipotenar y los tendones flexores de los dedos, disimulados bajo la aponeurosis palmar. El **arco palmar profundo** cruza transversalmente a 1 cm por debajo de las articulaciones de los 2.º, 3.º y 4.º metacarpianos.

Vascularización e inervación

Las arterias provienen del arco palmar profundo, así como de las arterias interóseas dorsales. Los nervios emanan del ramo profundo del nervio ulnar [cubital] y de los ramos dorsales del radial.

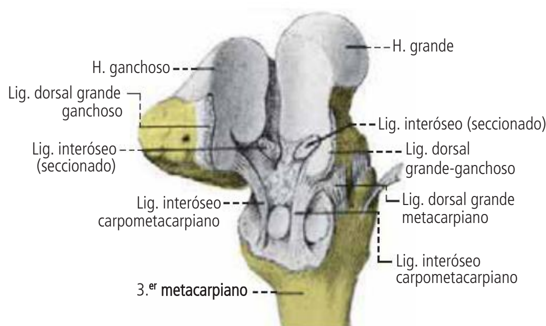


Fig. 58-8. Ligamentos interóseos de la articulación carpometacarpiana, vistos por la cara dorsal de la mano.

Articulaciones intermetacarpianas

Reúnen al 2.º y el 3.er metacarpiano, al 3.º y el 4.º, al 4.º y el 5.º. El 1.er metacarpiano queda libre (**figs. 58-6** y **58-7**). Son articulaciones planas cuyas cavidades sinoviales son prolongaciones de la articulación carpometacarpiana.

Superficies articulares

Las superficies articulares son en parte rugosas y en parte lisas cubiertas por cartílago. Están orientadas en sentido algo oblicuo, de manera que dan al conjunto metacarpiano una disposición cóncava hacia adelante.

Medios de unión

Están muy sólidamente unidas por **ligamentos interóseos** muy cortos, extendidos de un metacarpiano al metacarpiano vecino. Ligamentos palmares y dorsales complementan esta unión. En número de tres palmares y tres dorsales, se extienden en las respectivas caras: del 2.º al 3.º, del 3.º al 4.º y del 4.º al 5.º metacarpianos.

Sinovial

La **sinovial** de cada articulación comunica con la de la articulación carpometacarpiana correspondiente y, por su intermedio, con la sinovial mediocarpiana.

Relaciones

Las **extremidades distales** de los metacarpianos no están articuladas unas con otras, sino unidas por el **ligamento transverso**, que solidariza las cabezas de los cuatro últimos metacarpianos y que está situado en la palma. Además, las diáfisis metacarpianas están unidas por los músculos interóseos dorsales.

Articulaciones metacarpofalángicas

Estas son articulaciones sinoviales **elipsoideas**. Unen la extremidad distal de cada metacarpiano a la parte proximal de la 1.ª falange de cada uno de los cinco dedos. Poseen en su conjunto una gran movilidad.

Superficies articulares

Del lado metacarpiano, la **cabeza** es redondeada, con una superficie más extensa del lado palmar (para la flexión) que del lado dorsal (**fig. 58-9**). A los lados de la cabeza se ve una depresión rugosa que está limitada atrás por un tubérculo.

La superficie articular del 1.er metacarpiano es menos convexa en sentido sagital y su diámetro transverso es mayor que el anteroposterior. Configura un trapecio con ángulos redondeados cuya base mayor es palmar, su lado medial, vertical y el lateral, algo oblicuo. La parte anterior de esta articulación se proyecta hacia adelante en la forma de dos pequeñas salientes palmares, separadas por una incisura mediana. Sobre estas salientes se pueden observar las impresiones de los huesos sesamoideos, como dos superficies planas.

Del lado de la falange se observa una **cavidad glenoidea**, cóncava con eje mayor transversal.

A nivel del pulgar, la superficie articular está agrandada por un **fibrocartílago** en el cual se encuentran dos pequeños **huesos sesamoideos**, medial y lateral, sobre los cuales se fijan músculos de la eminencia tenar.

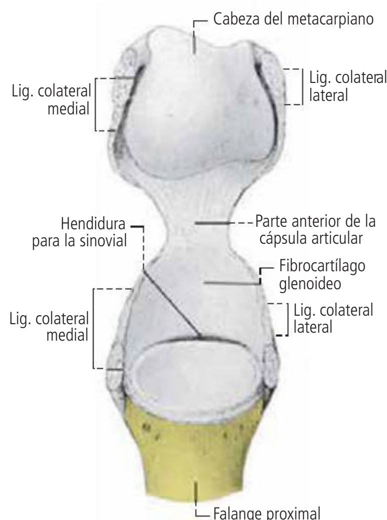


Fig. 58-9. Articulación metacarpofalángica, abierta por la cara dorsal.

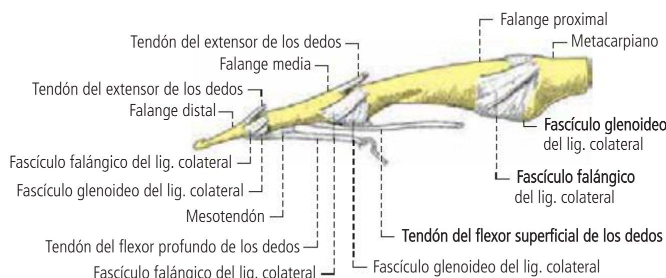


Fig. 58-10. Articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas, vista lateral.

Medios de unión

Están representados (**figs. 58-9** y **58-10**):

- Por una **cápsula** delgada y laxa, inserta en los límites de las superficies articulares.
- Por **ligamentos laterales**, medial y lateral, con forma de triángulo, cuyo vértice se inserta en el tubérculo metacarpiano y la base en la parte lateral y anterior de la falange. Se tienden al máximo cuando la falange está flexionada.
- Por el **ligamento transverso profundo** que une la cara palmar de las articulaciones, excepto la del pulgar. Se adhiere al **fibrocartílago falángico**, formación que espesa la cápsula adelante, insertado sólidamente en la falange, pero de manera bastante laxa en el metacarpiano. Formaciones laterales unen este fibrocartílago y el ligamento metacarpiano transverso profundo a la cara dorsal del dedo, labrando espacios para los tendones de los músculos interóseos y lumbricales, a los lados de estas articulaciones.

Sinoviales

Cada articulación dispone de sinovial propia, que tapiza la cápsula sin crear recesos sinoviales.

Relaciones

La cara **dorsal** es **superficial**. Está cubierta por los tendones extensores del dedo correspondiente. La interlínea articular es perceptible inmediatamente por debajo de la saliente de la cabeza metacarpiana, evidenciada por la flexión del dedo.

La cara **palmar** es **profunda**. La interlínea es netamente más alta que el pliegue de flexión palmar del dedo, excepto a nivel del pulgar, donde el pliegue y la interlínea coinciden. En la palma, la articulación responde a los tendones flexores, contenidos en su vaina sinovial propia y aplicados contra la articulación por su vaina fibrosa, reforzada en la superficie por la aponeurosis palmar.

Las caras laterales de los dedos 1.º y 2.º y medial del 5.º son superficiales. Todas las otras caras laterales responden a la región de las **comisuras interdigitales**: región compleja, marcada por el pasaje de los tendones de los músculos interóseos y lumbricales, así como por la llegada a los lados del dedo, y en el plano superficial, del eje vasculonervioso colateral, medial o lateral.

Vascularización e inervación

Las arterias provienen de las arterias colaterales digitales. Los nervios también se originan de los colaterales de los dedos. Esta inervación tiene gran importancia para la sensibilidad **propioceptiva** de esas articulaciones, que dan cuenta de la posición exacta del dedo: esta percepción es esencial para la precisión de los movimientos de prensión.

Articulaciones interfalángicas de la mano

Estas articulaciones son gínglimos, que ponen en contacto la base y la cabeza de dos falanges sucesivas. Son móviles en el sentido de flexión y extensión (**figs. 58-10** y **58-11**). El pulgar posee una sola articulación.

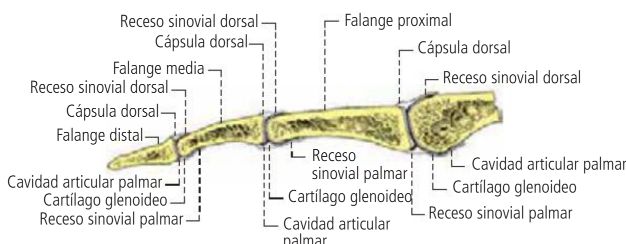


Fig. 58-11. Corte longitudinal de las articulaciones de los dedos.

Superficies articulares

Del **lado proximal** (en las extremidades inferiores de la falange proximal y de la falange media) el hueso presenta una polea convexa de adelante hacia atrás, pero cóncava transversalmente, que tiene a los lados dos salientes también revestidas de cartílago.

Del **lado distal** (en las extremidades superiores de la falange media y de la falange distal) la superficie presenta un relieve correspondiente a la garganta de la polea y dos depresiones laterales para los relieves que limitan esta polea.

Como para las articulaciones metacarpofalángicas, la superficie articular distal se encuentra aumentada por la presencia de un fibrocartílago que se fija por su borde inferior, algo por debajo del borde articular de la superficie que está destinado a aumentar.

Medios de unión

La cápsula se inserta a cierta distancia del revestimiento fibrocartilaginoso, lo que favorece la movilidad. Está reforzada por dos ligamentos laterales, triangulares, semejantes a los de la articulación metacarpofalángica.

Sinovial

Es laxa, con un pequeño receso palmar inferior.

Relaciones

Estas articulaciones son superficiales, fáciles de alcanzar y de explorar, pero sus caras, tanto dorsal como palmar, responden a las inserciones distales de los tendones flexores o extensores. Su cara palmar está, además, como sus caras laterales, cubierta por tegumentos espesos revestidos por una capa conjuntiva densa, rica en vasos y nervios. Los pliegues de flexión corresponden aquí a las interlíneas articulares.

Vascularización e inervación

Se realizan por los vasos y nervios colaterales de los dedos. Las indicaciones que se hicieron a propósito de las articulaciones metacarpofalángicas en relación con su sensibilidad propioceptiva son igualmente válidas para las articulaciones interfalángicas.

Las pequeñas dimensiones de estas articulaciones vuelven su funcionamiento muy sensible a las menores deformaciones de las superficies (gota, reumatismo crónico, traumatismo). Además, la elasticidad del aparato ligamentoso se compromete rápidamente por la inmovilización prolongada. La reeducación funcional también es difícil, debido a los trastornos funcionales importantes producidos por lesiones anatómicas mínimas.

Músculos del antebrazo

En el antebrazo los músculos se disponen alrededor del radio y la ulna [cúbito], donde ocupan tres regiones distintas separadas, en forma más o menos completa, por tabiques fasciales y la fascia antebraquial. Estos son:

El **compartimento antebraquial anterior** y el **compartimento antebraquial posterior**, con su **porción lateral** (véase **fig. 58-12**).

COMPARTIMENTO ANTEBRAQUIAL ANTERIOR

En número de ocho, los músculos están dispuestos en cuatro planos:

1. **Primer plano** o plano superficial, originado en el epicóndilo medial. Está constituido de lateral a medial por: el **pronador redondo**, el **fexor radial del carpo**, el **palmar largo** y el **flexor ulnar [cubital] del carpo**.
2. **Segundo plano**, ocupado por un solo músculo: el **flexor superficial de los dedos**.
3. **Tercer plano**, formado por dos músculos: el **flexor profundo de los dedos** y el **flexor largo del pulgar**.
4. **Cuarto plano**, constituido por un solo músculo: el **pronador cuadrado**.

Primer plano

Músculo pronador redondo

Ha sido estudiado en el capítulo anterior con los músculos de la pronación y la supinación (**fig. 58-13**).

Músculo flexor radial del carpo [palmar mayor]

Se extiende desde el epicóndilo medial del húmero hasta la extremidad proximal del 2.º metacarpiano.

Inserciones y constitución anatómica

Insertado por arriba en el **epicóndilo medial del húmero**, en la **fascia antebraquial** que lo cubre y en los **tabiques fibrosos** que lo separan del pronador redondo, lateralmente y del palmar largo, medialmente (**figs. 58-13** y **58-14**). En esta región pertenece a la masa indivisa de los **músculos epicondíleos mediales** del húmero.

Cuerpo muscular. Dirigido abajo y ligeramente lateral, es aplastado, fusiforme. En la parte media del antebrazo origina un tendón largo, que penetra en un conducto del retináculo flexor, situado en sentido medial al tubérculo del hueso trapecio y en la región lateral del túnel carpiano.

Inserción inferior. Se ubica en la ranura del trapecio y termina cubierto por las inserciones del aductor del pulgar, en la extremidad proximal de la cara palmar del 2.º metacarpiano, envía una expansión a la extremidad proximal del 3.er metacarpiano y al trapecio. Una serosa de deslizamiento facilita sus movimientos.

Relaciones

Superficial, está cubierto por la fascia antebraquial, reforzada arriba por la expansión aponeurótica del bíceps, que se pierde en la fascia antebraquial. Por su cara profunda se relaciona con el flexor superficial de los dedos, al que cruza en forma de X muy alargada, lo que lo sitúa, abajo, lateralmente a los tendones de este músculo. Cruza asimismo el tendón del flexor largo del pulgar. Por sus bordes está en relación con el palmar largo, medial-

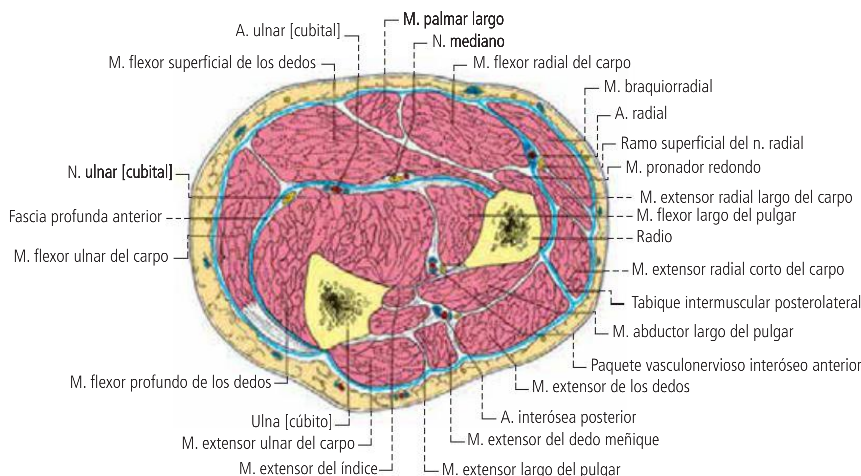


Fig. 58-12. Corte transversal del antebrazo en el tercio medio; segmento inferior, visto por su cara superior (según Castaigne y Soutoul).

mente, y con el pronador redondo y luego con el braquiorradial, lateralmente. En su parte inferior, el tendón terminal ocupa un túnel osteofibroso que le es propio, inmediatamente medial al tubérculo del hueso escafoides y del trapecio. Está así separado de los tendones flexores comunes y del flexor largo del pulgar, situados medialmente y luego delante de él.

Inervación

Recibe un ramo del **nervio mediano** que aborda su cara profunda en el tercio superior del músculo (C6).

Vascularización

Está asegurada por una rama de la arteria recurrente ulnar [cubital] y a veces, más abajo, por pequeñas ramas de la arteria radial.

Acción

Flexiona la mano sobre el antebrazo y la inclina en sentido algo lateral. La acción del músculo no se ejerce exactamente en el eje del antebrazo.

Músculo palmar largo [palmar menor]

Es un músculo delgado, extendido desde el epicóndilo medial hasta la aponeurosis palmar (**fig. 58-13**).

Inserciones y constitución anatómica

Se inserta en el **epicóndilo medial**, en la **fascia** que lo cubre y en los tabiques fibrosos de los músculos vecinos.

Cuerpo muscular. Estrecho y plano, se dirige abajo en sentido ligeramente lateral. En la parte media del antebrazo origina un tendón largo y delgado.

Inserción inferior. Está situada delante del retináculo flexor, al cual envía algunas fibras, terminando en la **aponeurosis palmar**, que parece constituir la expansión terminal del tendón del palmar largo. Las fibras más laterales se confunden con el origen de los músculos de la eminencia tenar.

Relaciones

Superficial, está cubierto por la fascia antebraquial, reforzada arriba por la expansión aponeurótica del bíceps braquial. Su cara profunda se relaciona con el flexor superficial. Está situado entre el flexor radial del carpo, lateralmente, y el flexor ulnar [cubital] del carpo, medialmente.

Inervación

El **nervio mediano** le proporciona un ramo que lo penetra por la parte superior de su cara profunda (C6).

Vascularización

Proviene de ramas de la arteria recurrente ulnar anterior.

Acción

Flexiona la mano sobre el antebrazo y tensa la aponeurosis palmar.

Músculo flexor ulnar del carpo [cubital anterior]

Es medial a los músculos de la región anterior (**figs. 58-13** y **58-14**). Une el epicóndilo medial y la ulna [cúbito] con el pisiforme.

Inserciones y constitución anatómica

Se origina arriba, por dos fascículos:

A. Un **fascículo humeral**, insertado en el vértice del epicóndilo medial del húmero y en los tabiques fasciales que lo separan de los músculos vecinos.
B. Un **fascículo ulnar [cubital]**, insertado en el borde medial del olécranon y en los dos tercios superiores del borde posterior de la ulna, tallado, a este nivel, en una cresta que los continúa.

Estos dos fascículos están reunidos por una arcada fibrosa de la que se originan fibras carnosas. El nervio ulnar [cubital]

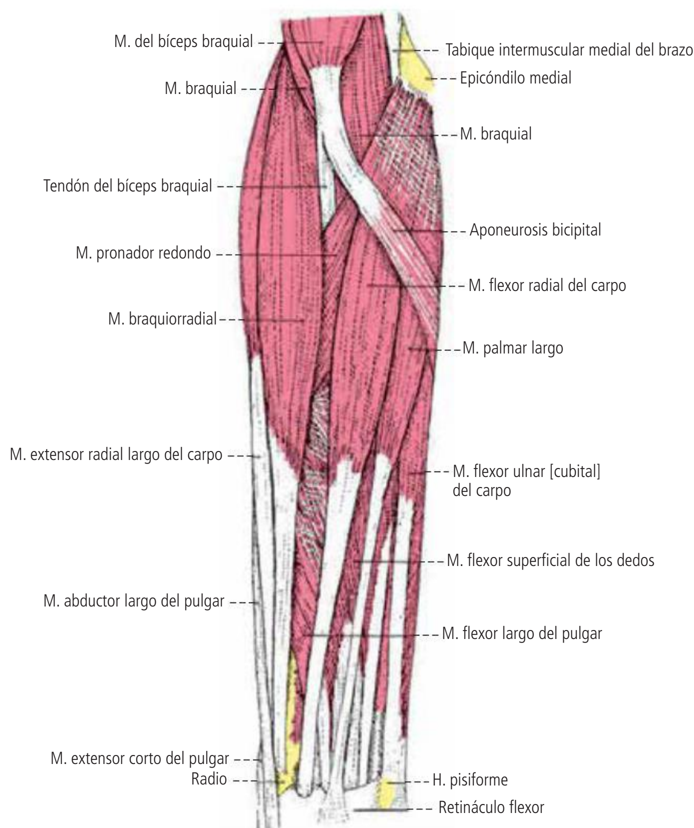


Fig. 58-13. **Músculos del compartimento antebraquial anterior, porción superficial.**

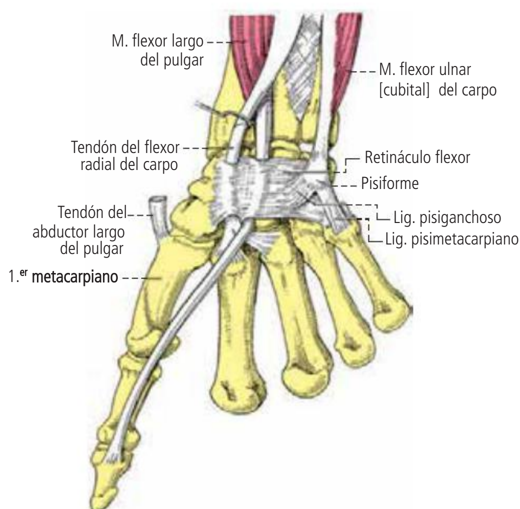


Fig. 58-14. **Inserciones distales de los músculos: flexor radial del carpo, flexor ulnar [cubital] del carpo y flexor largo del pulgar.**

se encuentra situado en el canal entre el epicóndilo medial y el olécranon cubierto por fibras extendidas entre ambos (véase **fig. 58-15**).

Los fascículos que constituyen el **cuerpo muscular** se fusionan y forman un cuerpo aplanado y fusiforme, situado en un plano anteroposterior. Es cóncavo lateralmente. En el tercio inferior del antebrazo es continuado por un tendón muy robusto que en su terminación envuelve literalmente al **pisiforme** en un capuchón fibroso y se prolonga: abajo y en sentido lateral, hacia el gancho del hueso ganchoso, abajo y en sentido medial, hacia los ligamentos pisimetacarpianos de los dedos 4.º y 5.º.

Relaciones

Su cara **medial**, cubierta por la fascia, es superficial. Su cara lateral es profunda y cóncava, se moldea sobre la ulna, atrás, y sobre el músculo flexor profundo, adelante. Entre las inserciones humerales y ulnares del músculo, debajo del arco fibroso, se hallan la rama posterior de la arteria recurrente ulnar [cubital] y el **nervio ulnar [cubital]**, que sigue a esta cara y es alcanzado, en el tercio medio del antebrazo, por la **arteria ulnar [cubital]**. La cara profunda del flexor ulnar [cubital] del carpo está cruzada por el ramo dorsal del nervio ulnar [cu-

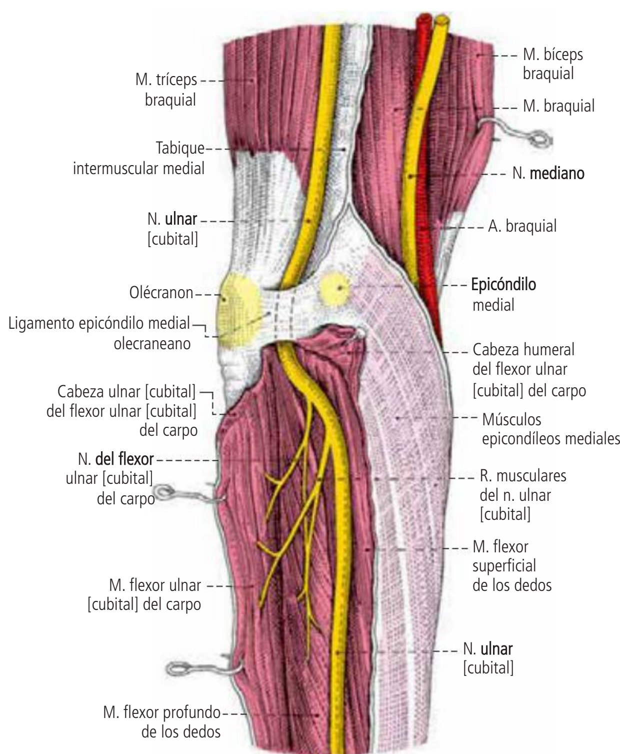


Fig. 58-15. Nervio ulnar [cubital] en el codo y en la parte superior del antebrazo izquierdo.

bital]. Su **borde anterior**, primero confundido con el palmar largo, se separa de este y se sitúa contra el borde medial del flexor superficial. Entre estos músculos se encuentra el intersticio por el que cursa el eje vasculonervioso ulnar [cubital]. Su **borde posterior** sigue al borde posterior de la ulna, sobre el cual se inserta, y lo separa del músculo extensor ulnar [cubital] del carpo.

Inervación

Procede del nervio ulnar [cubital] (C8-T1). Se distinguen nervios superiores que abordan el músculo en su tercio superior, debajo del **surco para el nervio ulnar [cubital]** [canal epitrocleoolecraneano] y nervios inferiores, que lo penetran en su tercio medio. Llegan al músculo por su cara profunda.

Vascularización

La proporcionan ramas procedentes de la rama posterior de la arteria recurrente ulnar [cubital], arriba, y pequeñas colaterales de la arteria ulnar [cubital], abajo.

Acción

Flexiona la mano sobre el antebrazo. Es potente y su acción aductora es tema de discusión.

Segundo plano

Músculo flexor superficial de los dedos

Es un músculo potente, complejo, que se extiende desde el codo hasta la extremidad distal de los dedos, exceptuando el pulgar (**fig. 58-16**).

Inserciones y constitución anatómica

Inserción superior. Comprende tres fascículos, que son:

A. Un **fascículo humeral**, insertado en el **epicóndilo medial**, en los **tabiques** que lo separan de los músculos superficiales descritos precedentemente y en el **ligamento colateral medial** del codo.

B. Un **fascículo ulnar [cubital]**, insertado en el borde anteromedial del proceso coronoides, en la **tuberosidad de la ulna [cúbito]**.

C. Un **fascículo radial**, que se inserta en el borde anterior del hueso, por debajo de la tuberosidad del radio, en su raíz inferior.

Entre lo que se denomina **cabeza humeroulnar** y la **cabeza radial** se tiende un arco oblicuo abajo y afuera: **arco del flexor**

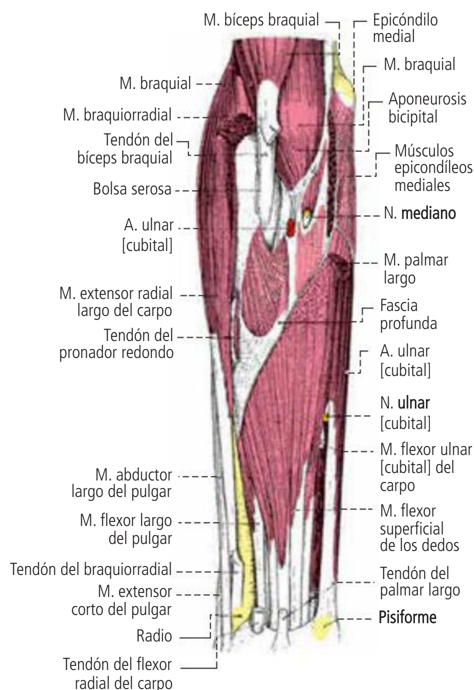


Fig. 58-16. Músculos del compartimento antebraquial anterior, porción superficial. Segundo plano.

superficial de los dedos, por detrás de la cual pasan el nervio mediano y la arteria ulnar [cubital].

Cuerpo muscular. Los fascículos de origen se fusionan y forman una masa muscular que ocupa casi todo el ancho del antebrazo. Orientada verticalmente hacia abajo, se divide en cuatro fascículos musculares, diferenciados en la parte media del antebrazo: dos son **superficiales** y sus tendones están destinados a los dedos 3.º y 4.º; dos son **profundos**, y suelen presentar una segmentación tendinosa que les da un aspecto **digástrico**. El cuerpo muscular común es interrumpido por un tendón intermedio del cual parten lengüetas carnosas, cuyos tendones terminales están destinados a los dedos 2.º y 5.º.

Tendones (**fig. 58-17**). Muy largos, se agrupan para penetrar en el **túnel carpiano**. Salen de él profundos a la aponeurosis palmar, para separarse en dirección de cada uno de los dedos. Cada tendón, acompañado por el tendón del flexor profundo, penetra entonces en una vaina osteofibrosa digital. En esas **vainas fibrosas de los dedos**, el tendón superficial se divide en dos lengüetas entre las que pasa el **tendón perforante** (del flexor profundo). Estas lengüetas se reúnen por detrás del tendón profundo y se adhieren a la cara anterior de la falange media: **quiasma tendinoso** [de Camper]. Las dos lengüetas pequeñas van a fijarse enseguida en los bordes laterales de esta falange media, por lo cual se las designa **tendón perforado** (del flexor superficial) (**figs. 58-18** y **58-19**).

Relaciones

En el **antebrazo**, el cuerpo muscular está oculto por el grupo superficial. Este cubre al flexor profundo de los dedos, del que está separado por el nervio mediano y la arteria ulnar [cubital]. Más abajo, solo lo cubren los tendones de los músculos superficiales. Sus bordes siguen medialmente al flexor ulnar [cubital] del carpo, lateralmente al pronador redondo y luego al braquiorradial. A nivel del surco del carpo, reducido al estado de tendones distintos, junto con el flexor profundo de los dedos y el flexor largo del pulgar, situados respectivamente detrás y en sentido lateral, estos tendones están contenidos aquí por el **retináculo flexor**, en el **túnel carpiano** (**fig. 58-20**). El **nervio mediano** se sitúa por delante del tendón del dedo índice y lateral al tendón del dedo medio. En la **palma**, los tendones están situados delante de los cuatro tendones del flexor profundo de los dedos, en la celda palmar, detrás del plano vasculonervioso superficial: **arco palmar superficial**, ramos de los nervios mediano y ulnar [cubital], y de la aponeurosis palmar. En los **dedos**, cada tendón está aplicado delante del tendón del flexor profundo, contra el plano osteoarticular, contenido en la vaina fibrosa. A nivel de la **articulación metacarpofalángica**, el tendón del flexor superficial presenta una concavidad dirigida hacia atrás, que abraza al tendón del flexor profundo, que aquí es cilíndrico. El tendón del flexor superficial de los dedos se divide en dos lengüetas laterales de inserción que se unen en la parte media de la falange proximal. En el ojal longitudinal (tendón perforado) así formado penetra el tendón correspondiente del flexor profundo (tendón perforante). El tendón del flexor superficial reconstituido de este modo le forma una concavidad dirigida hacia adelante. Por último, cada tendón del músculo flexor superficial se fija sobre los bordes laterales de la cara anterior de las falanges medias del dedo correspondiente. Desde su pasaje por delante de la articulación radiocarpiana, los tendones flexores están contenidos en vainas sinoviales que se estudiarán más adelante.

Inervación

El nervio **mediano** le envía varios ramos que alcanzan su cara profunda en el tercio superior del antebrazo (C7, C8 y T1).

Vascularización

Muy rica, proviene de las arterias radial y ulnar [cubital], en varios niveles. Comprometida por traumatismo directo o compresión, ocasiona la aparición de retracciones tendinosas muy graves (parálisis isquémica de los flexores o síndrome de Volkmann).

Acción

Flexiona directamente la falange media sobre la falange proximal. Gracias a la vaina fibrosa que la aplica contra el esqueleto de la mano y de los dedos, flexiona enseguida la falange proximal sobre la mano, y luego la mano sobre el antebrazo.

Tercer plano

Músculo flexor profundo de los dedos

Es un músculo potente, extendido desde el esqueleto del antebrazo hasta la falange distal de los dedos, excepto en el pulgar.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones de origen. Son las siguientes (**fig. 58-21**):

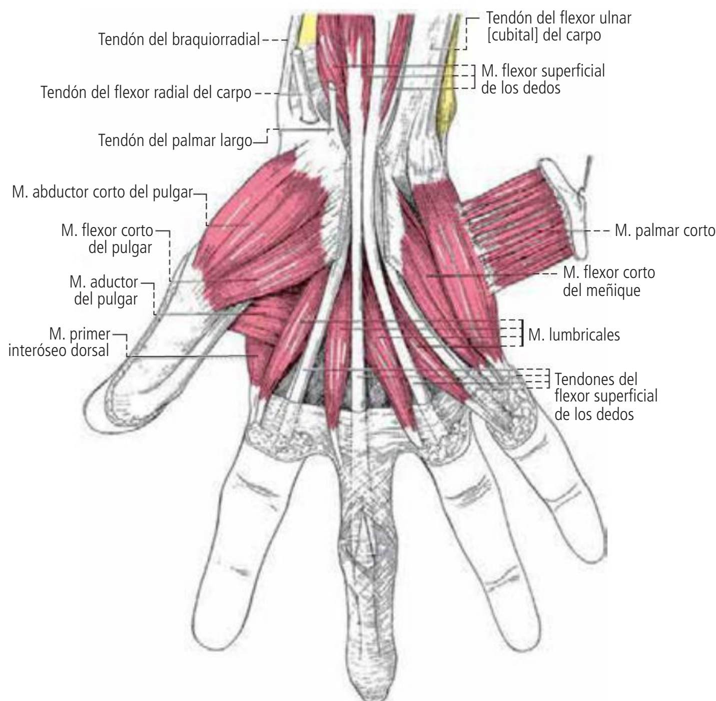


Fig. 58-17. **Músculos de la palma de la mano. Plano superficial. Se ha seccionado el retináculo flexor.**

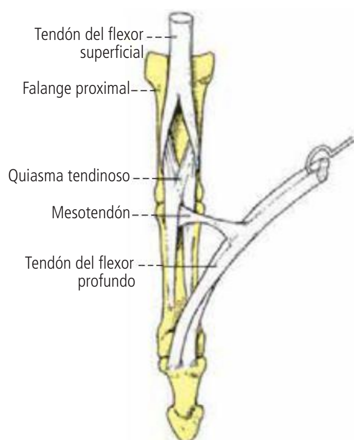


Fig. 58-18. **Terminación sobre las falanges de los tendones** flexores de los dedos (según Paturet).

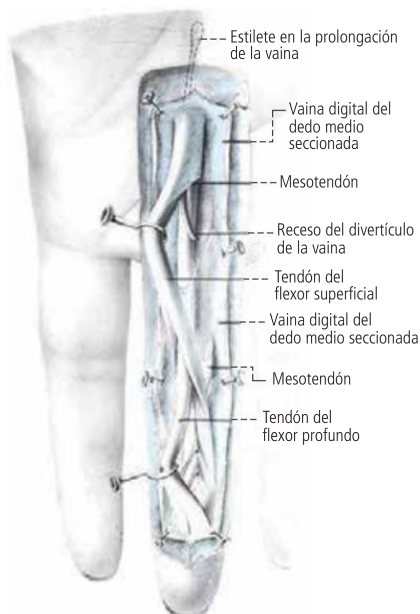


Fig. 58-19. **Vaina digital del dedo medio de la mano.**

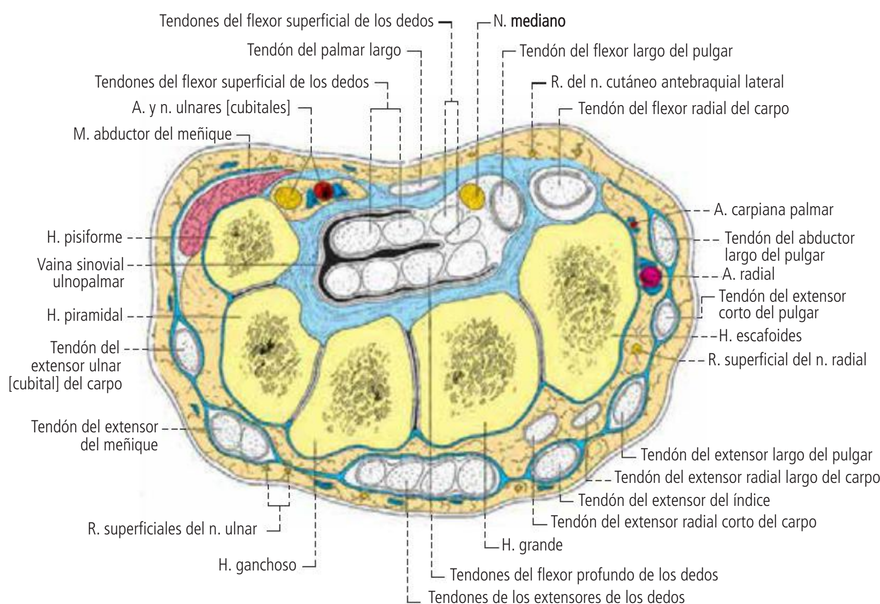


Fig. 58-20. **Corte horizontal de la región carpiana que pasa por la primera hilera de los huesos del carpo; segmento inferior del corte, visto por su cara superior (según Castaigne y Soutoul).**

- En los tres cuartos superiores de la cara anterior, del borde anterior y de la cara medial de la **ulna [cúbito]** y en la cara medial del proceso coronoides de este hueso.
- En la **membrana interósea**, en los dos tercios mediales de su cara anterior.
- En el **radio**, sobre la parte medial de la cara anterior, por debajo de la tuberosidad del radio.

Cuerpo muscular. Es cuadrangular, carnoso y espeso hasta la mitad inferior del antebrazo, donde se divide en cuatro lengüetas musculares, de las cuales la más desarrollada corresponde a la lateral (dedo índice). Cada una de ellas origina un tendón que aparece muy arriba en el cuerpo muscular. Estos cuatro tendones dispuestos en un solo plano pasan por el **túnel carpiano** y llegan a la **palma**, donde divergen. Por último, **en los dedos** están siempre situados inmediatamente **profundos** al tendón del flexor superficial de los dedos correspondientes. A la altura de la falange media, el tendón del flexor profundo pasa entre las dos lengüetas de inserción del tendón superficial: es el **tendón perforante** (figs. 58-18 y 58-19).

Inserción inferior (figs. 58-19 y 58-22). Se hace en los dedos 2.º, 3.º, 4.º y 5.º, en la cara anterior de la base de la falange distal, expandido en forma de abanico.

Relaciones

En el **antebrazo**, el músculo es **profundo**. Se apoya directamente sobre el esqueleto del antebrazo, excepto en el tercio inferior, donde está **separado** de él por el músculo pronador cuadrado. Su cara superficial se encuentra en contacto con el flexor superficial de los dedos. En el intersticio que separa a los dos flexores transcurren oblicua, abajo y medialmente la **arteria ulnar [cubital]**, con sus venas satélites, y el **nervio mediano**. Su borde lateral se halla separado del flexor largo del pulgar por un intersticio ocupado por el nervio interóseo antebraquial anterior, ramo del mediano, y la arteria interósea anterior. Su cara medial está cubierta por la cara lateral, cóncava, del músculo flexor ulnar [cubital] del carpo, del que está separado por el **nervio ulnar [cubital]**. A la altura de la **articulación radiocarpiana**, lo representan cuatro tendones distintos, que ocupan la parte profunda del **túnel carpiano**, detrás de los tendones flexores superficiales. En la **mano**, los tendones flexores profundos dan inserción a los pequeños **músculos lumbricales**. Los tendones se apartan los unos de los otros, separados del plano profundo de la mano (metacarpianos y músculos interóseos) por el **arco palmar profundo** y el ramo profundo del nervio ulnar [cubital]. **En los dedos**, cada tendón se ubica en la vaina osteofibrosa de los flexores.

Inervación

Proviene de los nervios mediano y ulnar [cubital]. El **nervio mediano**, por intermedio del nervio interóseo antebraquial anterior, envía filetes a los fascículos destinados a los tendones de los dedos 2.º y 3.º. El **nervio ulnar [cubital]** inerva los fascículos destinados a los tendones de los dedos 4.º y 5.º (C7, C8 y T1).

Vascularización

Se origina en varias ramas procedentes de la arteria interósea anterior o de la arteria ulnar [cubital]. Está expuesto a accidentes de isquemia, al igual que el flexor superficial.

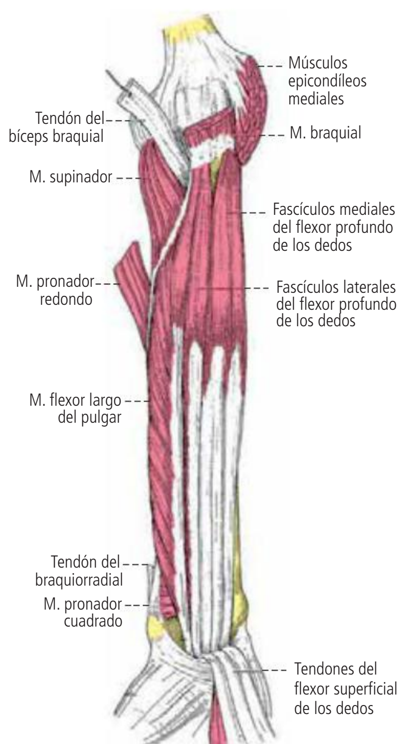


Fig. 58-21. **Músculos del compartimento antebraquial** anterior, porción profunda. Tercer plano.

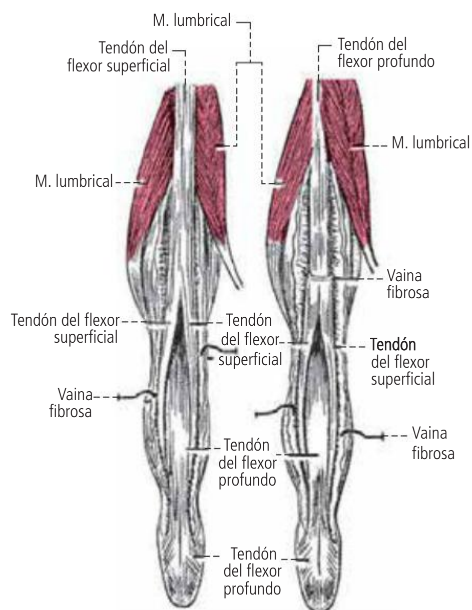


Fig. 58-22. **A. Tendones flexores de uno de los dedos,** vistos por su cara anterior. **B.** En el mismo preparado se ha resecado una porción del tendón superficial para permitir la observación del tendón profundo.

Acción

Flexiona directamente la falange distal sobre la falange media gracias a la vaina fibrosa que lo aplica contra el esqueleto de los dedos. En forma secundaria, flexiona la falange media sobre la falange proximal, esta sobre el metacarpiano y la mano sobre el antebrazo.

Músculo flexor largo del pulgar

Se extiende desde el radio hasta la cara palmar del pulgar. Constituye la parte lateral de este plano.

Inserciones y constitución anatómica

Inserción radial. Ocupa los tres cuartos superiores de la cara anterior del radio al que sobrepasa medialmente insertándose en el tercio lateral de la **membrana interósea del antebrazo** (**figs. 58-21** y **58-23**). En la mitad de los casos recibe un **fascículo accesorio** (Gantzer) muy variable en su desarrollo, cuyo origen más común es el proceso coronoides de la ulna [cúbito], del epicóndilo medial o de la masa común de los músculos epicondíleos mediales.

Cuerpo muscular. Fusiforme y regular, se dirige en sentido vertical hacia abajo. Se resuelve en un largo tendón que atraviesa el túnel carpiano en el mismo plano que los tendones del flexor profundo. Transcurre en seguida por el lado medial de los músculos de la eminencia tenar. Se sitúa en la cara palmar de la falange proximal del pulgar.

Inserción inferior. Se hace en la base de la falange distal, extendido en forma de abanico.

Relaciones

En el **antebrazo** es profundo, cubierto por el flexor superficial y el flexor radial del carpo, la arteria y las venas radiales, el ramo anterior del nervio radial y, en la parte más distal, por el braquiorradial. Cubre el radio, la membrana interósea y el pronador cuadrado. Medialmente, está separado del flexor profundo de los dedos por un intersticio adiposo que contiene los elementos interóseos anteriores. Lateralmente, se relaciona con la inserción radial del flexor superficial. Por delante de la articulación radiocarpiana, se desliza en la parte más lateral del túnel carpiano, separado del tendón del flexor radial del carpo por la expansión profunda del retináculo flexor. En la **palma** se lo encuentra en la región de los músculos de la eminencia tenar, entre los dos fascículos del flexor corto del pulgar. En el **pulgar** se sitúa en una vaina fibrosa que le es propia. Como los tendones de los flexores de los dedos, el tendón terminal dispone de una vaina sinovial que favorece su deslizamiento (véase más adelante).

Inervación

Depende del **nervio mediano**, por ramos provenientes del nervio interóseo antebraquial anterior (C7), que lo penetran por su cara anterior en la parte media del antebrazo.

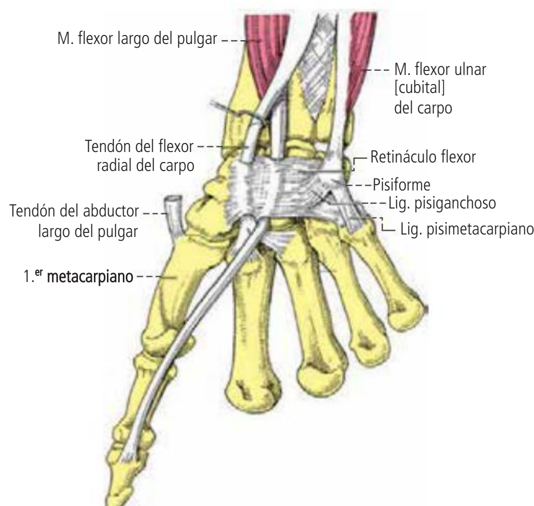


Fig. 58-23. **Inserciones distales de los músculos: flexor radial del carpo, flexor ulnar [cubital] del carpo y flexor largo del pulgar.**

Vascularización

Está dada por la **arteria radial**.

Acción

Es flexor de la falange distal sobre la falange proximal y, secundariamente, de la falange proximal sobre el metacarpiano.

Cuarto plano

Músculo pronador cuadrado

Ha sido descrito en el capítulo sobre músculos de la pronación y la supinación.

Vainas fibrosas y sinoviales de los tendones flexores de los dedos

Los tendones flexores de los dedos procedentes del antebrazo están aplicados contra la cara anterior del esqueleto de la articulación carpiana, de la mano y de los dedos por **vainas fibrosas**, que permiten a esos tendones ejercer su acción sobre las falanges distales con eficacia y precisión. El deslizamiento de los tendones en esas vainas fibrosas está favorecido por **vainas sinoviales**, de las cuales algunas son únicamente digitales, mientras que las otras, denominadas vainas de los tendones de los músculos flexores de los dedos [digitocarpia-

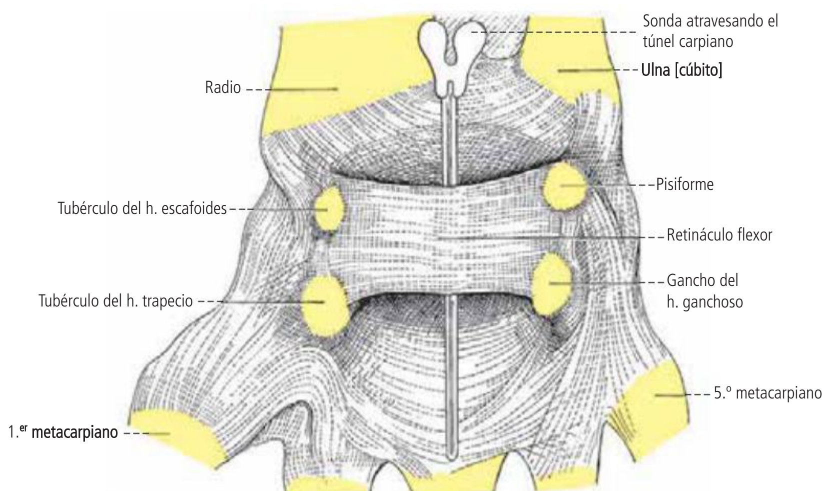


Fig. 58-24. **Retináculo flexor, vista anterior.**

nas], están situadas por delante del carpo hasta la extremidad inferior del antebrazo.

Vainas tendinosas

Se pueden describir tres segmentos:

A. Segmento carpiano (**figs. 58-24** y **58-25**): los tendones flexores están aplicados contra la cara anterior del esqueleto carpiano por el **retináculo flexor**. Este ligamento se inserta: lateralmente, en los tubérculos del escafoides y del trapecio, medialmente, en el gancho del ganchoso y en el pisiforme. Estas fibras dispuestas en sentido transversal forman el plano profundo del retináculo. Fibras de refuerzo provienen del tendón del palmar largo, así como de las inserciones de los músculos tenares e hipotenares. Las fibras así originadas forman el plano superficial del retináculo. Se prolonga hacia arriba con la fascia antebraquial y abajo, con la aponeurosis palmar. Un tabique anteroposterior (expansión profunda del retináculo) lo une a la cara anterior del trapecio, del escafoides y del hueso grande. De este modo, el **túnel carpiano** (canal del carpo) está dividido en dos celdas: una **celda lateral**, de pequeñas dimensiones, por donde pasa el tendón del **flexor radial del carpo**, y una **celda medial**, mucho más amplia, por la cual pasan los ocho tendones **flexores de los dedos**, el **flexor largo del pulgar** y el **nervio mediano** (**fig. 58-20**). El plano profundo del túnel carpiano está constituido por los huesos del carpo, con los ligamentos que los unen.

B. Segmento palmar común: este no existe para el tendón del flexor largo del pulgar, situado en el seno de los músculos tenares. Pero los otros ocho tendones, que se hallan en la celda palmar media, están contenidos adelante por la **aponeurosis palmar**, reforzada por cintillas longitudinales pretendinosas. Aquí no están separados los unos de los otros; sin embargo, están aplicados contra los metacarpianos, en lo más profundo del hueco de la mano, antes de alcanzar el dedo al cual están destinados.

C. Segmento digital: a nivel de cada dedo, el tendón profundo y el tendón superficial están contenidos contra la cara anterior de las falanges por una lámina fibrosa fuerte, sólidamente insertada en los bordes de cada falange. Así se constituye un verdadero **túnel osteofibroso** extendido desde la articulación metacarpofalángica hasta la extremidad de la falange distal. Muy sólido frente a las falanges, este túnel se adelgaza a nivel de las interlíneas interfalángicas. Los tendones flexores se encuentran unidos a la cara profunda del túnel por tractos fibrosos, **mesotendones** o **vínculos tendinosos**, por los cuales penetra su vascularización, que es frágil y precaria (véase **figs. 58-18** y **58-19**).

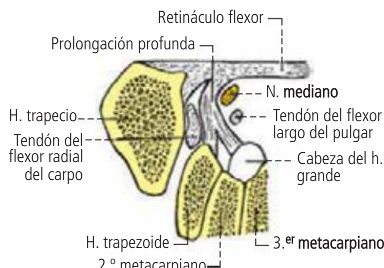


Fig. 58-25. Tendón del músculo flexor radial del carpo en el canal carpiano.

Vainas sinoviales digitales

Adoptan una disposición diferente para los tres dedos centrales y para los dos dedos laterales (**fig. 58-26**). Los dedos 2.º, 3.º y 4.º, en efecto, disponen de una **vaina únicamente digital** que no sobrepasa su base. En los dedos 1.º y 5.º, por el contrario, la vaina digital se prolonga hacia la palma, en el túnel carpiano y hasta la extremidad inferior del antebrazo: son las **vainas de los tendones de los músculos flexores de los dedos [digitocarpianas]**.

Vainas sinoviales comunes de los músculos flexores

Están constituidas por una **lámina parietal** que tapiza con exactitud la cara profunda de la vaina osteofibrosa, y por una **lámina visceral** que rodea precisamente al conjunto de los dos tendones contenidos en la vaina (**fig. 58-19**). La vaina digital asciende hacia la palma, hasta 1 cm por encima de la articulación metacarpofalángica. Se detiene, abajo, en la base de la falange distal.

Las dos láminas de la vaina sinovial se reúnen:

- En la parte inferior, formando un receso simple.
- En la extremidad superior existen dos recesos alrededor de un rodete.
- En torno a los vínculos tendinosos, con los cuales constituyen los **mesotendones**, frágiles, que unen los tendones a la vaina osteofibrosa.

Las tres vainas digitales son independientes las unas de las otras.

Vainas de los tendones de los músculos flexores de los dedos [digitocarpianas]

Hay dos (**fig. 58-27**), una lateral (1.er dedo) y una medial (5.º dedo):

A. La **vaina tendinosa del músculo flexor largo del pulgar** que rodea a este último músculo. Comienza en la base de la falange distal y asciende con este tendón hasta dos traveses de dedo por encima del retináculo flexor. Recorre, pues, la base del pulgar, la eminencia tenar y la parte lateral del túnel carpiano. En su vaina, el tendón se halla “amarrado” por un vínculo tendinoso particularmente largo, situado en su borde medial.

B. La **vaina tendinosa común de los músculos flexores**, que rodea los tendones flexores del 5.º dedo. Comienza en la base de la falange distal. Hasta la palma se dispone al igual que en los otros dedos, pero en la palma se ensancha en sentido lateral. Mientras que en su parte medial queda alrededor de los tendones del 5.º dedo, su parte lateral va a englobar la parte palmar y luego la carpiana de los tendones de los dedos 2.º, 3.º y 4.º. Es más ancha que la vaina lateral. Como esta, sobrepasa el borde superior del retináculo flexor.

Alrededor de los tendones constituyen tres **pliegues** (**figs. 58-27** y **58-28**):

- Un **pliegue pretendinoso**, interpuesto entre la aponeurosis palmar y los tendones flexores superficiales.

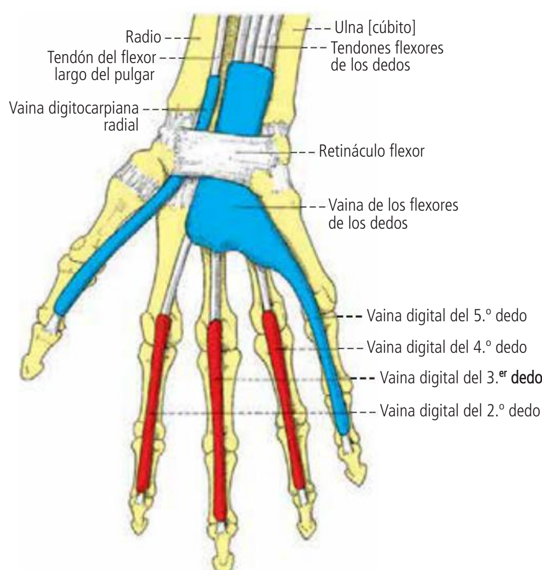


Fig. 58-26. **Vainas sinoviales de los tendones flexores de los dedos. Disposición habitual. En azul, vainas digitocarpianas; en rojo, vainas digitales.**

- Un **pliegue intertendinoso**, interpuesto entre los tendones flexores superficiales y los profundos.
- Un **pliegue retrotendinoso**, situado detrás de los tendones flexores profundos, que los separa del plano celuloso profundo de la mano y de la pared profunda del túnel carpiano.

Estas vainas presentan variaciones bastante frecuentes, de las cuales es necesario conocer dos: la comunicación a nivel del carpo de las dos vainas digitocarpianas y la existencia, a nivel del tendón del flexor largo del pulgar, de una vaina digital y de una vaina carpiana distintas.

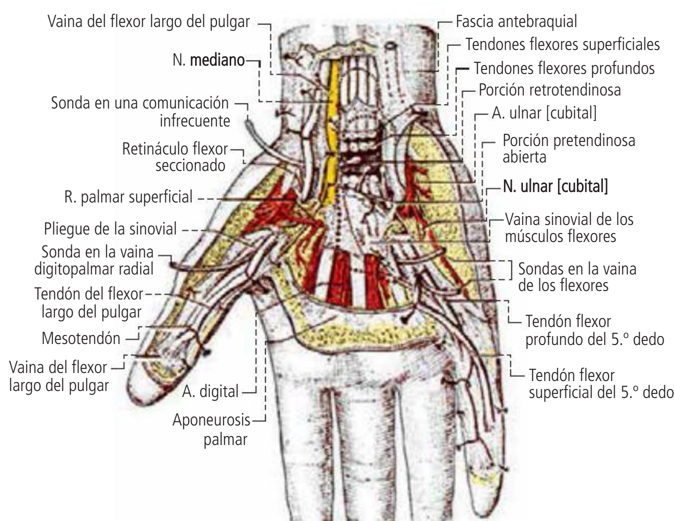


Fig. 58-27. **Vainas sinoviales de los músculos: flexor largo del pulgar y flexores de los dedos, después de extirpada su pared** anterior, así como la piel, la aponeurosis, los ramos nerviosos superficiales de los nervios mediano y ulnar [cubital] y el arco palmar superficial.

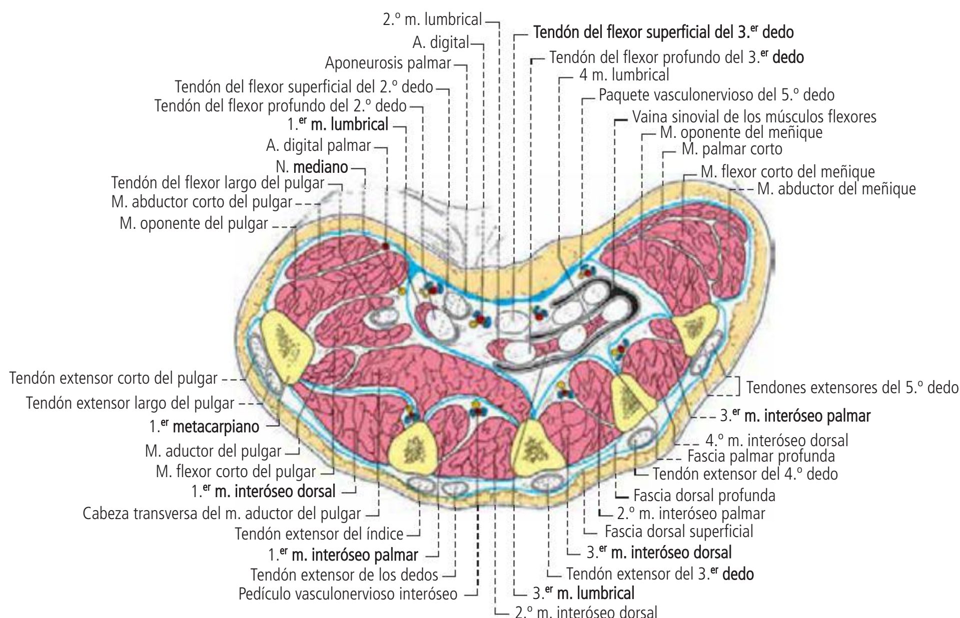


Fig. 58-28. **Corte transversal de la mano derecha, parte media; segmento superior del corte, visto por su cara inferior (según** Castaigne y Soutoul).

La importancia funcional de las vainas sinoviales de los tendones de los músculos flexores de los dedos es considerable. Su infección, a partir de una herida punzante séptica de los dedos, puede determinar la pérdida total de los movimientos del dedo correspondiente. Se concibe la gravedad particular de las infecciones que tocan las vainas digitocarpianas. La extensión de la infección a la región carpiana, y aun al antebrazo, constituye asimismo un riesgo grave.

COMPARTIMENTO ANTEBRAQUIAL POSTERIOR

Este compartimento muscular dorsal puede estudiarse en dos porciones, una netamente **posterior** y otra **lateral**, ubicada en relación con el radio.

Porción posterior del compartimento posterior del antebrazo

En la **porción posterior** del compartimento se encuentran **ocho** músculos dispuestos en dos capas:

A. Una **capa superficial**, con el **extensor de los dedos**, el **extensor del meñique**, el **extensor ulnar [cubital] del carpo** y el **ancóneo**.
B. Una **capa profunda** que reúne al **abductor largo del pulgar**, el **extensor corto del pulgar**, el **extensor largo del pulgar** y el **extensor del índice**.

Todos estos músculos, excepto el ancóneo, se benefician con una inervación y una vascularización idénticas, que se estudiarán en conjunto.

Capa superficial

Músculo extensor de los dedos

Es el más lateral de la capa superficial. Se trata de un músculo epicondíleo lateral que envía tendones a los dedos 2.º, 3.º, 4.º y 5.º.

Inserciones y constitución anatómica (**figs. 58-29** y **58-30**):

A. Inserciones de origen: son las siguientes:

- En la cara posterior del epicóndilo lateral del húmero.
- En la fascia que lo cubre.
- En los tabiques que lo separan del extensor del meñique (medialmente) y del extensor radial corto del carpo (lateralmente). Constituye allí una masa indivisa con los músculos vecinos.

B. Cuerpo muscular. Es ancho y aplastado de adelante hacia atrás. Se divide enseguida en tres fascículos que originan cuatro tendones destinados al índice, al dedo medio, al anular y al meñique.

C. Tendones terminales. Aplicados los unos contra los otros, pasan por la cara posterior del radio y profundos al **retináculo extensor**, envueltos en una vaina tendinosa. Detrás del carpo divergen para alcanzar los dedos respectivos. Nótese que los tendones de los dedos 3.º y 4.º, y los de los dedos 4.º y 5.º,

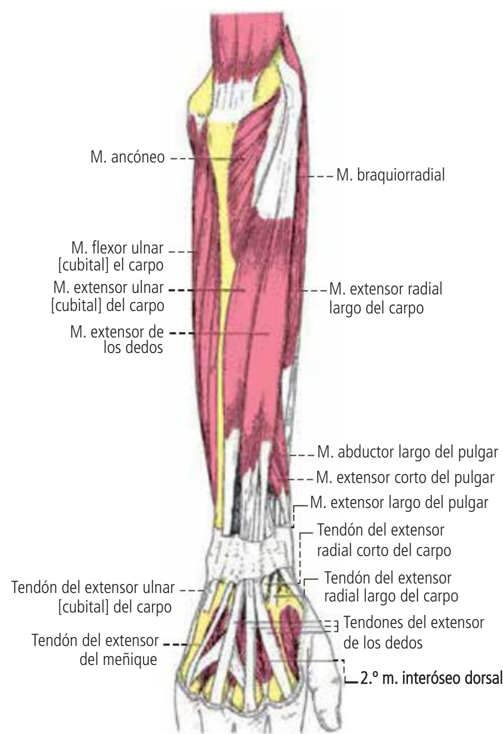


Fig. 58-29. **Músculos de la región posterior del antebrazo, capa superficial.**

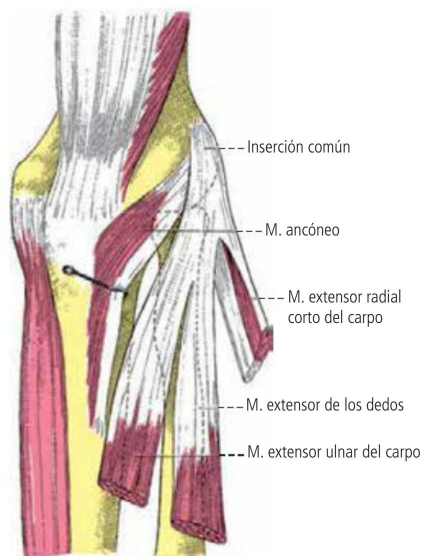


Fig. 58-30. **Inserciones superiores de los músculos epicondíleos laterales.**

igualmente intercambian una conexión tendinosa oblicua en la parte inferior del dorso de la mano.

D. Inserción distal. A nivel de la articulación metacarpofalángica, emite por su cara profunda una expansión fibrosa que lo inserta en la base de la falange proximal. Luego cada tendón recibe en sus bordes expansiones de los músculos lumbricales e interóseos, y aquí el tendón se divide en una lengüeta mediana y dos laterales. La mediana se desliza sobre la cara dorsal de la falange proximal y termina en la extremidad proximal de la falange media. Las lengüetas laterales se fusionan en la cara dorsal de la falange media y terminan en la extremidad proximal de la falange distal (véase **Aparato extensor de los dedos**).

E. Relaciones. El cuerpo muscular es superficial y subfascial; está situado entre el extensor radial largo del carpo, lateralmente, y el extensor del meñique, medialmente. Por su cara profunda se relaciona con los músculos de la capa profunda, de los que está separado por un plano celuloso, en el cual transcurre el ramo profundo del **nervio radial**. Los tendones, luego de haber recorrido la vaina osteofibrosa, se encuentran bajo la piel del dorso de la mano, de la que están separados por la fascia dorsal de la mano, las venas y los nervios superficiales. En toda su longitud, estos tendones cruzan, por su cara profunda, una serie de articulaciones: la radiocarpiana, la del carpo y la de los dedos, contra la cara dorsal de las cuales están estrechamente aplicados.

Acción. Extiende las falanges proximales sobre el metacarpo y, por intermedio de este, la mano sobre el antebrazo. Su acción está asociada con un conjunto de músculos de la mano, y puede ser distinta individualmente para cada dedo.

Músculo extensor del meñique

Se extiende desde el epicóndilo lateral hasta el 5.º dedo.

Inserciones y constitución anatómica (**fig. 58-29**):

A. Inserciones de origen: forma parte de la masa común de los músculos epicondíleos laterales, medial al precedente. Se inserta en:

- La cara posterior del epicóndilo lateral del húmero por el tendón común de los músculos epicondíleos.
- La fascia que lo cubre.
- Los tabiques que lo separan de los músculos vecinos.

B. Cuerpo muscular: se desprende del conjunto de músculos epicondíleos laterales. Es largo, delgado y fusiforme. Desciende, medialmente y sus fibras carnosas llegan casi hasta la articulación radiocarpiana.

C. Tendón terminal: se desliza sobre la cara dorsal de la cabeza de la ulna en una vaina tendinosa propia. Se dirige en forma oblicua medialmente y se fusiona con el tendón que el extensor de los dedos envía al meñique.

D. Inserción distal: es semejante a la de los tendones del extensor de los dedos.

Relaciones. Superficial, subfascial, está situado entre el extensor de los dedos lateralmente y el extensor ulnar del carpo medialmente. Su cara profunda y su tendón terminal tienen relaciones idénticas a las del extensor de los dedos.

Acción. Se añade a la del extensor de los dedos y contribuye a la independencia de movimientos (relativa) del meñique.

Músculo extensor ulnar del carpo [cubital posterior]

Se extiende desde el epicóndilo lateral hasta el 5.º metacarpiano.

Inserciones y constitución anatómica (**figs. 58-29** y **58-30**):

A. Inserciones de origen: por **arriba** forma parte de la masa común que se inserta en el epicóndilo lateral del húmero, se fija con ella en la fascia que lo cubre y en los tabiques que lo separan del extensor del meñique lateralmente y del ancóneo medialmente. Más **abajo**, en la cara y en el borde posterior de la ulna hasta el tercio inferior del hueso.
B. Cuerpo muscular: alargado y fusiforme, se dirige, oblicuo, hacia abajo y en sentido medial, hacia la parte ulnar de la articulación radiocarpiana.
C. Tendón terminal: pasa profundo al retináculo extensor en un compartimento propio, se dirige en forma oblicua hacia abajo y medial, pasando por detrás de la cabeza de la ulna.
D. Inserción terminal: se hace en la parte medial de la base del 5.º metacarpiano.

Relaciones. Superficial, está situado entre el extensor del meñique lateralmente y el borde posterior saliente de la ulna, medialmente. Esta cresta ósea lo separa del flexor ulnar [cubital] del carpo, situado adelante y medial a él. Por su cara profunda cubre al supinador, arriba, y a las inserciones ulnares de los músculos profundos, abajo. Su **tendón** pasa entre el proceso estiloides y la cabeza de la ulna, en un surco donde está fijado por su vaina tendinosa. Cruza enseguida la cara dorsal del piramidal y del hueso ganchoso.

Acción. Es extensor de la mano sobre el antebrazo y aductor.

Músculo ancóneo

Es un músculo pequeño extendido desde el epicóndilo lateral hasta la cara posterior de la ulna [cúbito].

Inserciones y constitución anatómica:

A. Inserción de origen: se inserta en la parte posterior y medial del epicóndilo lateral del húmero; es independiente de la inserción de los músculos extensores (**figs. 58-29** y **58-30**).
B. Cuerpo muscular: es triangular, con base inferomedial. Es oblicuo hacia abajo y medialmente. Sus fibras superiores son casi transversales.
C. Inserción inferior: se extiende sobre el borde lateral del **olécranon**, así como en una pequeña superficie triangular que limita por detrás con el borde posterior de la ulna [cúbito].

Relaciones. Es superficial, aplanado y no produce relieve. Por su cara profunda cubre la articulación del codo. Su **borde superomedial** está en contacto con la cabeza lateral del tríceps braquial. Su **borde inferolateral** sigue al extensor ulnar del carpo.

Inervación. Recibe, por su borde superior y su cara profunda, un nervio muy fino, ramo del nervio de la cabeza medial del tríceps braquial, originado del tronco del **nervio radial**.

Vascularización. Depende del círculo arterial posterior del codo.

Acción. Contribuye a la extensión del antebrazo sobre el brazo, reforzando la acción del tríceps braquial, en lo que representa la quinta parte de la fuerza que requiere este movimiento.

Capa profunda

Los músculos se describen de arriba hacia abajo y de lateral hacia medial.

Músculo abductor largo del pulgar

Es el más elevado y lateral de esta capa muscular. Se extiende desde los huesos del antebrazo hasta el 1.er metacarpiano.

Inserciones y constitución anatómica (**figs. 58-31** y **58-33**):

A. Inserciones de origen:

- En la cara posterolateral de la **ulna [cúbito]**.
- En la **membrana interósea** del antebrazo.
- En la cara posteromedial del **radio**.

B. Cuerpo muscular: es fusiforme. Se dirige hacia abajo, lateralmente, y cruza en forma de X muy alargada la diáfisis radial.
C. Tendón terminal: aparece en el tercio inferior del antebrazo. Pasa, envuelto en una vaina tendinosa propia, sobre la cara lateral del proceso estiloides del radio, cruza la cara lateral del carpo y se inserta, abajo, en la cara superolateral de la base del 1.er metacarpiano, emitiendo una expansión hacia los músculos de la eminencia tenar.

Relaciones. Situado, en su origen, inmediatamente por debajo del supinador, está ubicado entre el extensor corto del carpo lateralmente, y el extensor corto del pulgar medialmente, con el cual mantiene contacto en toda su longitud. Cubierto por el extensor de los dedos, tapiza la cara posteromedial del radio. Su tendón cruza en forma superficial el de los extensores corto y largo del carpo. Por debajo de la estiloides del radio, se vuelve superficial y contribuye a la constitución de la **tabaquera anatómica**. Extendido sobre la cara lateral del escafoides y del trapecio, está cruzado en su cara profunda por la arteria radial.

Acción. Es abductor del pulgar, por lo cual dirige al 1.er metacarpiano en sentido lateral y algo hacia adelante.

Músculo extensor corto del pulgar

Se extiende desde el esqueleto del antebrazo hasta la falange proximal del pulgar.

Inserciones y constitución anatómica (**figs. 58-31** y **58-33**):

A. Inserciones de origen: está fijado:

- En la **ulna [cúbito]**.
- En la **membrana interósea** del antebrazo.
- En el **radio**, inmediatamente por debajo del abductor largo del pulgar.

B. Cuerpo muscular: es delgado y fusiforme. Se dirige oblicuo hacia abajo y lateral, hacia el proceso estiloides del radio.
C. Tendón terminal: cruza la cara posterior del proceso estiloides del radio y la cara posterolateral del esqueleto carpiano, sigue la cara dorsal del 1.er metacarpiano y termina en la base de la falange proximal del pulgar.

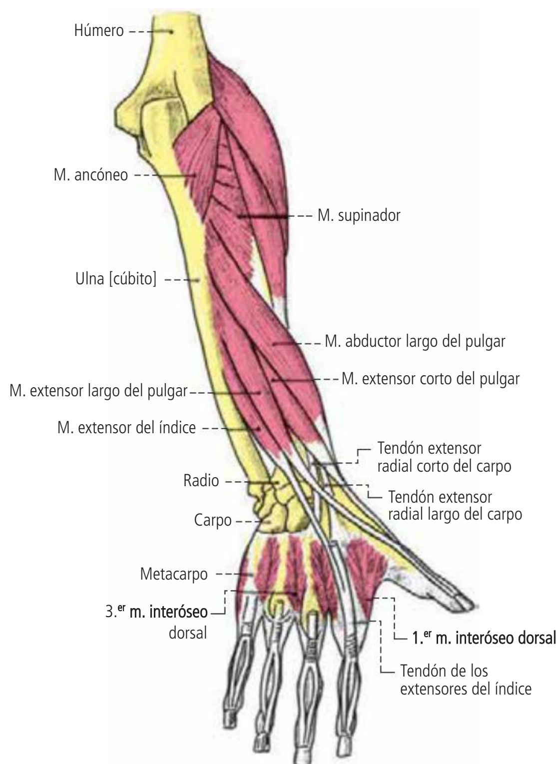


Fig. 58-31. **Músculos de la región posterior del antebrazo, capa profunda.**

Relaciones. Son las mismas que las del abductor largo. Se interpone entre este y el extensor largo del pulgar. En la **articulación radiocarpiana** forma (junto con el tendón del abductor largo) el borde lateral de la **tabaquera anatómica**. Cruza en forma superficial a la arteria radial, antes de ser alcanzado, algo más abajo, por el tendón del extensor largo del pulgar.

Acción. Es extensor de la falange proximal del pulgar. De manera secundaria, es abductor del 1.er metacarpiano.

Músculo extensor largo del pulgar

Se extiende desde la ulna [cúbito] hasta la falange distal del pulgar.

Inserciones y constitución anatómica (**figs. 58-31** y **58-33**):

A. Inserción de origen: se hace en la cara posterolateral de la **ulna [cúbito]** y en la **membrana interósea** del antebrazo. Algunas fibras se insertan en el tabique fibroso que lo separa del extensor cubital del carpo.

B. Cuerpo muscular: fusiforme; es bastante corto, oblicuo hacia abajo y lateral.

C. Tendón terminal: aplicado contra la cara posterior del radio en un canal que le es propio, envuelto en su vaina tendinosa, se separa del extensor corto del pulgar, cruza a los tendones extensores radiales largo y corto del carpo y lo alcanza algo más abajo. Termina en la cara dorsal de la base de la falange distal del pulgar.

Relaciones. Músculo del plano profundo, está cubierto por el extensor de los dedos, que lo cruza en forma oblicua. Establece contacto con el espacio interóseo antes de aplicarse sobre la cara posterior del radio. Después de haber cruzado la interlínea radiocarpiana, se aplica contra el esqueleto carpiano, del que lo separan los tendones de los dos extensores radiales largo y corto del carpo y luego la arteria radial. Constituye el borde medial de la **tabaquera anatómica**.

La "**tabaquera anatómica**" es un espacio en forma de rombo. Los ángulos del eje menor son redondeados, por lo cual presenta una forma oval. Su eje mayor es oblicuo hacia abajo y lateral. El **borde lateral** está formado por los tendones del extensor corto y del abductor largo del pulgar, aplicados en toda su extensión. El **borde medial** está constituido por el tendón del extensor largo del pulgar. Su **ángulo superior**, por la separación, por encima del retináculo extensor, de los tendones del extensor corto y extensor largo. Su **ángulo inferior** lo constituye la aproximación de estos dos últimos tendones. Esta formación se exterioriza en el ser vivo extendiendo el pulgar. En el fondo de la tabaquera se encuentran el proceso estiloides del radio, el escafoides y el trapecio. Aplicados contra este plano osteoligamentoso se observan, de arriba hacia abajo, los tendones de los **extensores radiales** corto y largo del carpo y la **arteria radial**.

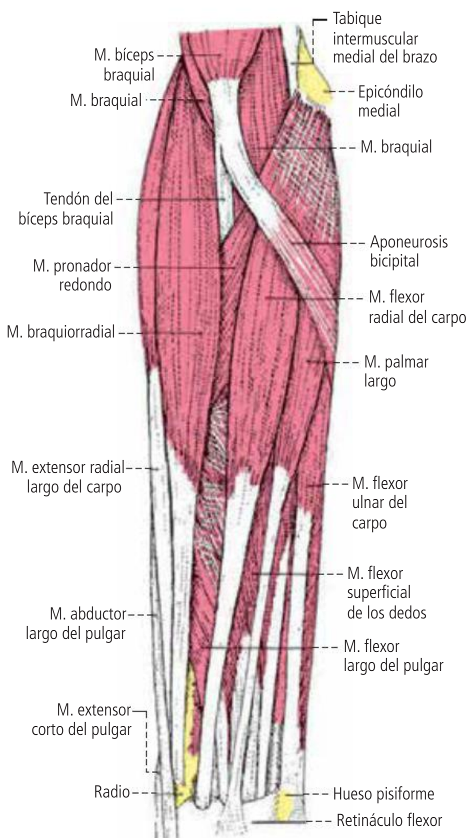


Fig. 58-32. Músculos del compartimiento antebraquial anterior, porción superficial.

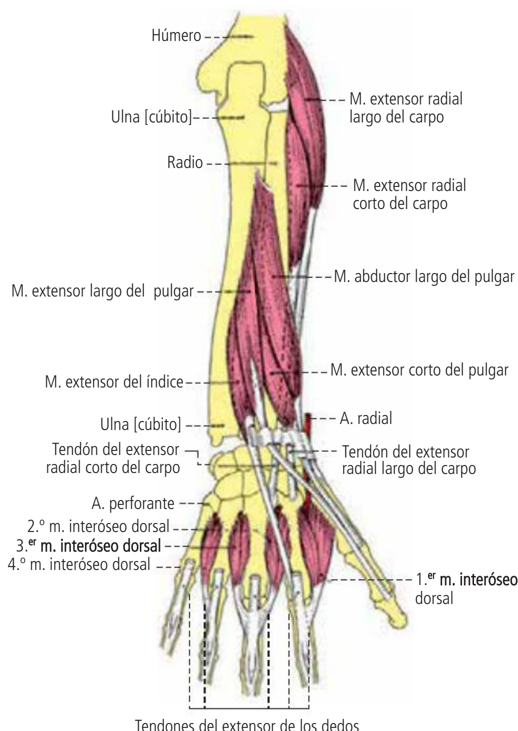


Fig. 58-33. Músculos extensores radiales, abductor largo, extensores del pulgar y del índice e interóseos dorsales.

Acción. Actúa electivamente sobre la falange distal del pulgar, a la que extiende. Esta extensión, a diferencia de la de los otros cuatro dedos, no recibe ninguna contribución de los músculos de la mano.

Músculo extensor del índice

Es un músculo medial a los músculos de la capa profunda. Extendido desde la parte media del antebrazo hasta el índice, refuerza el tendón para este dedo, proveniente del músculo extensor de los dedos.

Inserciones y constitución anatómica (**figs. 58-31** y **58-33**):

A. Inserciones de origen: arriba se inserta en la **ulna [cúbito]**, debajo del extensor largo del pulgar y en la parte adyacente de la **membrana interósea** del antebrazo.

B. Cuerpo muscular: fino y fusiforme, ligeramente oblicuo en sentido lateral, desciende hacia la epífisis inferior del radio, donde el **tendón terminal** pasa por la misma vaina tendinosa que el extensor de los dedos. Este tendón se sitúa medial al tendón destinado al índice, al que alcanza a la altura de la interlínea metacarpofalángica, donde viene a confundirse con el tendón más lateral del extensor de los dedos.

C. Inserción inferior: es, pues, común con la del tendón del extensor de los dedos.

Relaciones. Es el músculo medial de la capa profunda y el que se encuentra en sentido más distal. Es medial al extensor largo del pulgar y lateral al extensor cubital del carpo. El tendón se sitúa junto a los del extensor de los dedos, en el túnel osteofibroso en la cara dorsal de la epífisis radial y luego en la cara dorsal de la mano.

Acción. Refuerza la acción del extensor de los dedos en la extensión del índice.

Inervación y vascularización de los músculos posteriores

Todos los músculos que se acaban de describir, excepto el ancóneo, reciben un **nervio del ramo profundo del nervio radial** (C7), que los aborda sea por la cara profunda (capa superficial) o por la cara superficial (capa profunda).

La **vascularización** para todos los músculos, excepto el ancóneo, se realiza por la **arteria interósea posterior**.

Porción lateral del compartimento posterior del antebrazo

En esta **porción lateral** se ubican cuatro músculos, insertados proximalmente en el **epicóndilo lateral** o en el **borde lateral del húmero**, dispuestos adelante y lateralmente al **radio**.

De la superficie a la profundidad se describen:

- El **braquiorradial**.
- El **extensor radial largo del carpo**.
- El **extensor radial corto del carpo**.
- El **supinador**.

Músculo braquiorradial [supinador largo]

Inserciones y constitución anatómica

Este músculo se inserta **arriba** en el tercio inferior del **borde lateral del húmero** y en el tabique intermuscular lateral (**fig. 58-32**).

Cuerpo muscular. Desde su origen carnoso se dirige abajo y adelante, alargado y, primero, aplanado de lateral hacia medial, y luego de adelante hacia atrás; en la parte media del antebrazo se concentra en un fuerte tendón.

Inserción inferior. Este tendón se inserta en la base del **proceso estiloides del radio**.

Relaciones

Es un músculo superficial, fácil de palpar bajo la piel de la región anterolateral del antebrazo, sobre todo en la flexión forzada del antebrazo sobre el brazo. Por su **cara profunda** cubre sucesivamente: la extremidad inferior lateral del húmero; los dos extensores radiales largo y corto del carpo; la extremidad lateral del pronador redondo y el radio. Por su **cara superficial** está en relación con la fascia antebraquial. Su **borde lateral** en el brazo se relaciona con la cabeza lateral del tríceps braquial por intermedio del tabique intermuscular lateral. Más abajo se apoya sobre el extensor radial largo del carpo. Su **borde medial**, en la región del codo, forma el límite lateral del **surco bicipital lateral** donde se alojan el nervio radial y la arteria recurrente radial anterior. Más abajo, este borde cruza al pronador redondo, cubre la arteria radial y el **ramo superficial del nervio radial**. Cerca de la articulación radiocarpiana, el tendón limita en sentido lateral el **canal del pulso**, cuyo límite medial es el tendón del flexor radial del carpo. En este canal se perciben las pulsaciones de la **arteria radial**.

Inervación

El músculo recibe por su cara medial uno o varios ramos del **nervio radial** antes de su división, por lo tanto arriba de la región del codo (C6).

Vascularización

Se realiza por ramas de la arteria **recurrente radial** arriba, y de la arteria **radial** directamente más abajo.

Acción

Es flexor del antebrazo sobre el brazo. Su acción supinadora es nula.

Músculo extensor radial largo del carpo [primer radial externo]

Se extiende desde el borde lateral del húmero hasta el 2.º metacarpiano.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones de origen. En el borde lateral del húmero y en el tabique intermuscular lateral, inmediatamente por debajo del músculo precedente, al que parece continuar (**figs. 58-32** y **58-33**).

Cuerpo muscular. Desde un comienzo carnoso, es aplanado transversalmente. Desciende en forma vertical aplicado a la cara lateral del antebrazo. De su parte media se origina un fuerte tendón, primero ancho, luego más o menos cilíndrico, que en la extremidad inferior del radio se inclina hacia atrás, siguiendo la cara lateral del hueso, y se introduce en un surco que existe medialmente en el proceso estiloides del radio. Este tendón cruza la **cara dorsal** del carpo para hacer su **inserción inferior** en la base del **2.º metacarpiano**. Termina sobre la cara dorsal de este hueso, exactamente al mismo nivel que el flexor radial del carpo, que se inserta en su cara palmar.

Relaciones

Su **cara superficial** está cubierta por el braquiorradial y la fascia antebraquial. Su **cara profunda** cubre el extensor radial corto del carpo y las articulaciones del codo y radiocarpiana. Su **tendón**, a nivel de la extremidad inferior del radio, está seguido por el tendón del extensor radial corto del carpo, que es medial. Lo **cruzan superficialmente** los tendones del abductor largo, el extensor corto y el extensor largo del pulgar. Se encuentra aquí en el área de la **tabaquera anatómica**.

Inervación

Se realiza por el **radial**, que le envía un ramo por encima del codo que lo penetra por su cara medial (C6).

Vascularización

La arteria recurrente radial le suministra una arteriola que acompaña al nervio hacia el músculo.

Acción

Es **extensor** de la mano sobre el antebrazo. La oblicuidad de su tendón suscita igualmente un movimiento de **abducción** de la mano.

Músculo extensor radial corto del carpo [segundo radial externo]

Se extiende desde el epicóndilo lateral hasta el 3.er metacarpiano.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones de origen. Se encuentran en **figs. 58-29** y **58-33**:

- El **epicóndilo lateral**, con el grupo de los músculos epicondíleos laterales.
- Una **fascia** resistente que se extiende por su cara posterior.
- El ligamento colateral radial del codo.
- El tabique fibroso que lo separa del extensor de los dedos.

Cuerpo muscular. Se destaca bastante rápidamente de la masa de músculos extensores. Se dirige hacia abajo, lateral al radio. Es aplanado de adelante hacia atrás y de lateral a medial.

Tendón terminal. Se forma en la parte media del antebrazo. Contornea la cara lateral y luego posterior del radio, y la cara dorsal del carpo donde es oblicuo abajo y medialmente.

Inserción inferior. Se fija en el proceso posterior de la base del **3.er metacarpiano**.

Relaciones

En su origen cubre el supinador y la articulación del codo (cara lateral). Está oculto por el extensor radial largo del carpo, que lo separa del braquiorradial. Más abajo queda profundo, aplicado contra la cara lateral del radio, donde cruza la inserción del supinador y del pronador redondo. Su tendón terminal tiene las mismas relaciones que el del extensor radial largo del carpo con los tendones de la tabaquera anatómica. Se halla aplicado contra la cara posterolateral del radio por una vaina tendinosa provista de una vaina sinovial cuyo desarrollo es variable.

Inervación

Está inervado por un filete que proviene del **ramo profundo del nervio radial** (C7), que le llega al músculo por su borde medial en el tercio superior del antebrazo.

Vascularización

Procede de la arteria recurrente radial y del círculo arterial articular del codo, y de las ramas de la interósea posterior.

Acción

Extiende la mano sobre el antebrazo. Por la oblicuidad de su tendón produce un movimiento de abducción de la mano.

Músculo supinador [supinador corto]

Ha sido descrito con los músculos pronosupinadores.

Vainas fibrosas y sinoviales de los tendones posteriores

Los músculos descritos actúan sobre la mano o sobre los dedos, cualquiera que sea la posición de las articulaciones radiocarpianas y del carpo. Los tendones de esos músculos quedan aplicados contra el esqueleto por un aparato fibroso que constituye con él túneles osteofibrosos. El deslizamiento de los tendones en esos túneles es favorecido por vainas sinoviales.

Vainas fibrosas

Son dependencias del **retináculo extensor** [ligamento anular posterior del carpo] (**fig. 58-34**). Se inserta medialmente en el piramidal, en el pisiforme y en la cara profunda del **retináculo flexor**. Lateralmente, se inserta en la parte media del proceso estiloides del radio. Este retináculo pasa en puente sobre la cara dorsal de los tendones extensores de la mano y de los dedos. Envía hacia la cara dorsal del radio y de la ulna [cúbito] tabiques sagitales que limitan **seis vainas osteofibrosas** que son, de lateral a medial, las vainas tendinosas de:

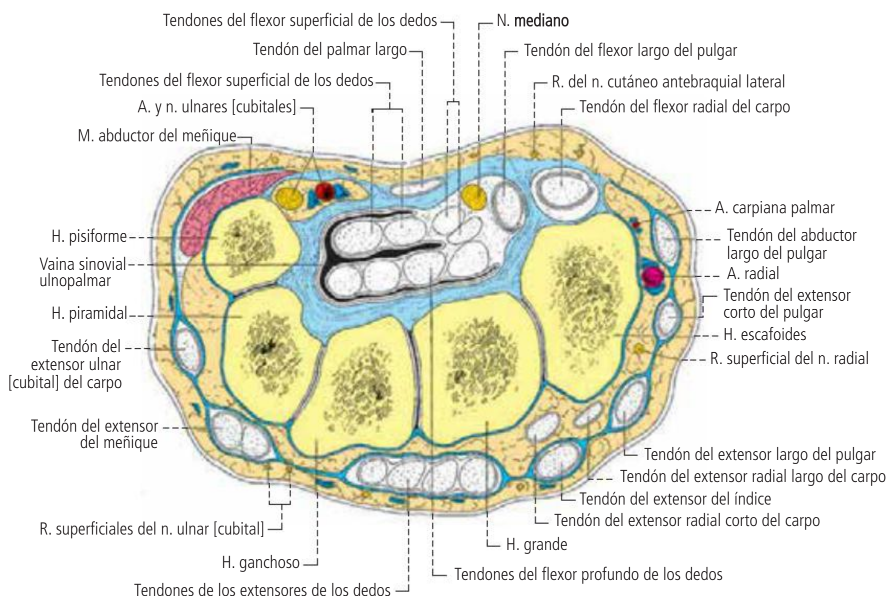


Fig. 58-34. Corte horizontal de la región carpiana que pasa por la primera hilera de los huesos del carpo; segmento inferior del corte, visto por su cara superior (según Castaigne y Soutoul).

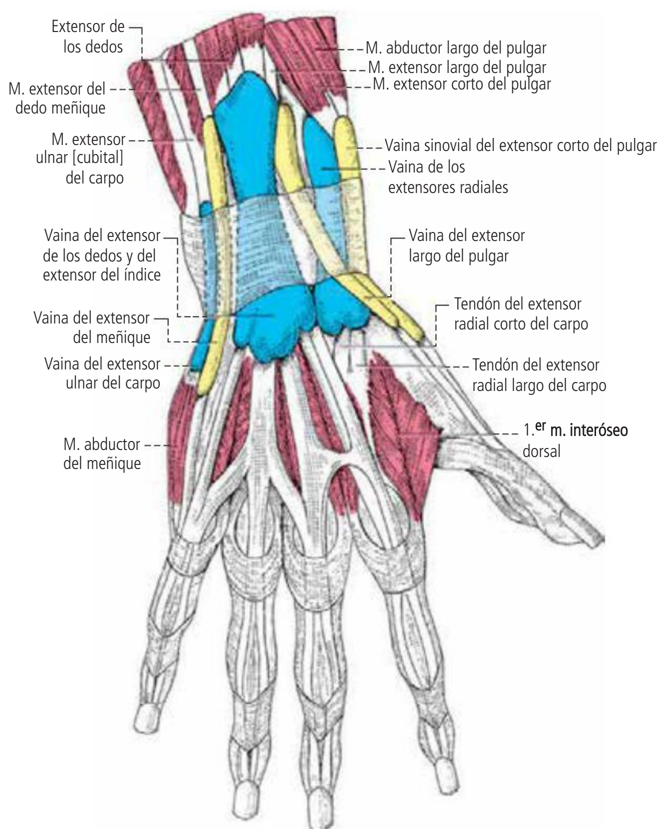


Fig. 58-35. **Vainas sinoviales del dorso de la mano.**

1. El abductor largo y el extensor corto del pulgar.
2. Los músculos extensores radiales largo y corto del carpo.
3. El extensor largo del pulgar.
4. El extensor de los dedos y el extensor del índice.
5. El extensor del meñique.
6. El extensor ulnar [cubital] del carpo.

Se notará que estas vainas descienden mucho menos sobre el carpo que las vainas de los flexores. No existen vainas tendinosas en el dorso de la mano o de los dedos.

Vainas sinoviales

Estas tienen la misma constitución que las vainas de los flexores. Están formadas por una **lámina parietal** que tapiza la pared osteofibrosa y una **lámina visceral** que tapiza el tendón (**fig. 58-35**).

Existen seis vainas sinoviales, una por cada vaina osteofibrosa. Pero, por la disposición de los tendones, no tienen la misma longitud. Por otra parte, algunas se cruzan y comunican, a veces, entre sí. Como regla general, las vainas sinoviales sobrepasan por arriba al retináculo extensor unos 2 a 4 cm aproximadamente. Por debajo del retináculo, las vainas del **abductor** y **extensor corto del pulgar** no sobrepasan la 1.ª fila del carpo o la interlínea radiocarpiana misma. Las vainas de los **extensores radiales del carpo** se dividen abajo en dos recesos que acompañan a cada tendón hasta la vecindad de su inserción en el metacarpo. La vaina del **extensor del pulgar** excede el borde inferior del retináculo extensor por 1 o 2 cm. La vaina de los tendones del **extensor de los dedos** desciende hasta la parte media del metacarpo. La vaina del **extensor del meñique** llega hasta la parte media del 5.º metacarpiano. La vaina del **extensor ulnar del carpo**, hasta la extremidad superior del 5.º metacarpiano.

Los esfuerzos vigorosos y prolongados de prensión pueden suscitar una reacción exudativa dentro de estas vainas sinoviales. Entonces el movimiento de los tendones se hace muy doloroso, mientras se manifiesta a la palpación una sensación de crepitación.

Músculos de la mano

Forman un conjunto de diecinueve músculos, repartidos en:

- Músculos de la **eminencia tenar**: **abductor corto**, **oponente**, **flexor corto** y **aductor del pulgar**.
- Músculos de la **eminencia hipotenar** : **palmar corto** , **abductor**, **flexor corto** y **oponente del meñique**.
- Músculos de la parte media de la palma: **lumbricales**.
- Músculos **interóseos**: son los **palmares** y **dorsales**.

MÚSCULOS DE LA EMINENCIA TENAR

Inserciones musculares y constitución anatómica

Músculo abductor corto del pulgar

Este músculo es el más superficial de la eminencia tenar (**figs. 58-36** a **58-38**). Se inserta, del lado del carpo, en el **tubérculo del escafoides** y en la cara anterior y lateral del retináculo flexor, así como en una expansión del tendón del abductor largo del pulgar. Abajo, la extremidad de su cuerpo muscular fusiforme se fija en el tubérculo lateral de la base de la **falange proximal** del pulgar.

Músculo flexor corto del pulgar

Situado debajo y medial al precedente, este músculo posee dos fascículos cuyas inserciones proximales son diferentes (**figs. 58-36**, **58-37** y **58-39**). La **cabeza superficial** se inserta: en el **tubérculo del trapecio**, en el **retináculo flexor** y en la vaina del flexor radial del carpo. La **cabeza profunda** se inserta: lateralmente, en el **trapezoide** y medialmente, en el **hueso grande**. Estos dos orígenes están separados por un surco en el cual se ubica el tendón del flexor largo del pulgar. Ambas cabezas se unen en la parte distal para insertarse juntas en el tubérculo lateral de la base de la **falange proximal** del pulgar y en el **hueso sesamoideo lateral** de la articulación metacarpofalángica.

Músculo oponente del pulgar

Situado en sentido lateral al fascículo superficial del músculo precedente y cubierto por el abductor corto del pulgar (**figs. 58-40** y **58-41**). Se inserta, por arriba, en el tubérculo del **trapecio**, en la parte lateral de la cresta de este hueso y en la parte anterolateral del **retináculo flexor**. Oblicuo hacia abajo y lateral,

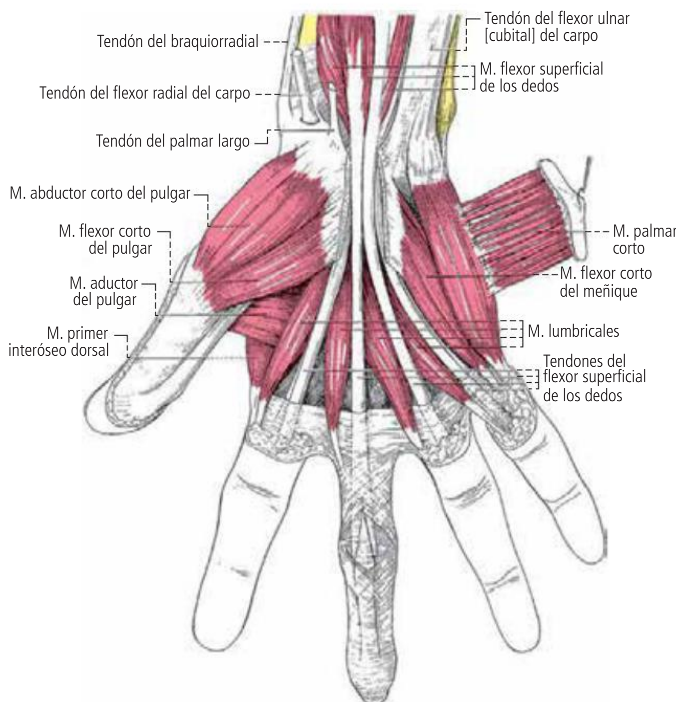


Fig. 58-36. Músculos de la palma de la mano. Plano superficial. Se ha seccionado el retináculo flexor.

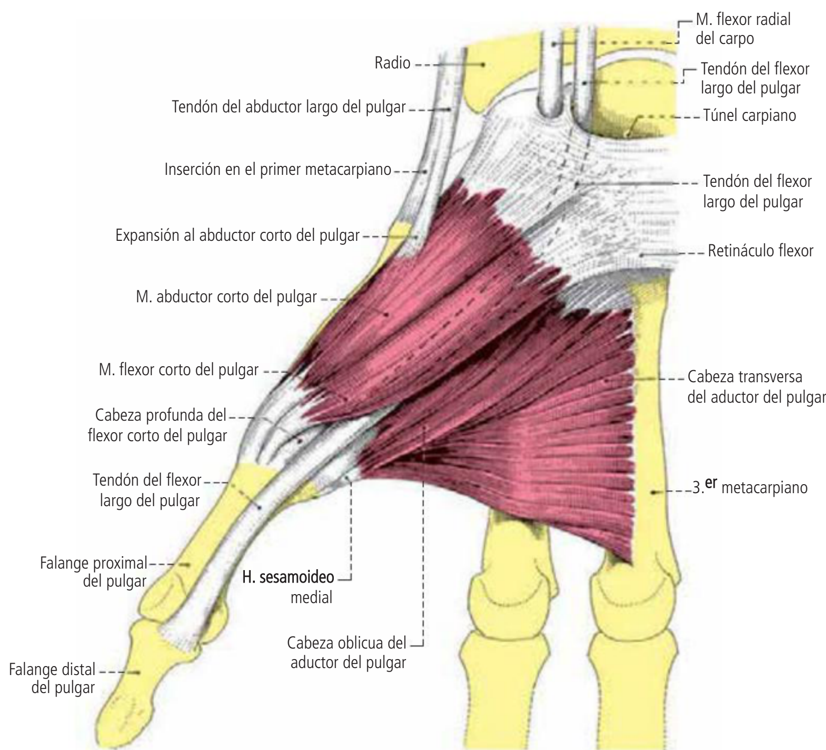


Fig. 58-37. Músculos de la eminencia tenar.

el cuerpo muscular de forma cuadrangular alcanza el borde lateral del **1.er metacarpiano**, en el que se inserta en toda su extensión.

Músculo aductor del pulgar

Este músculo es el más profundo y medial de los músculos de la eminencia tenar (**figs. 58-42** y **58-43**). De forma triangular, se extiende desde dos orígenes: la **cabeza oblicua**, desde la cara anterior del hueso grande, el trapezoide y las bases del 2.º y 3.er metacarpiano. La **cabeza transversa**: desde la superficie palmar del 3.er metacarpiano.

Las fibras musculares constituyen una lámina aplanada, triangular, dirigida hacia abajo y lateralmente. Estas se agrupan en un tendón que se fija en el tubérculo medial de la base de la **falange proximal del pulgar** y sobre el hueso **sesamoideo medial** de la articulación metacarpofalángica.

Relaciones

Estos músculos constituyen una masa situada en la base del pulgar, que levanta los tegumentos de la palma en la vecindad de la articulación radiocarpiana (**eminencia tenar**). Están cubiertos por una fascia fijada lateralmente sobre el 1.er metacarpiano y medialmente sobre el 3.er metacarpiano a nivel de las inserciones del aductor del pulgar. En esta celda los músculos rodean el tendón el flexor largo del pulgar, contenido en su vaina sinovial. La **rama palmar superficial** de la arteria radial cruza al abductor corto del pulgar.

En profundidad, este grupo muscular corresponde al primer espacio interóseo y al primer músculo interóseo dorsal. Las inserciones del aductor del pulgar son atravesadas, en su parte superior, por el arco palmar profundo.

Inervación

En esta participan dos nervios:

A. El **nervio mediano**, a través de sus **ramos musculares** para la eminencia tenar [ramo tenariano] (C6), inerva el abductor corto, el oponente y la cabeza superficial del flexor corto del pulgar.

B. El **nervio ulnar [cubital]**, por su **ramo profundo** (C8), inerva la cabeza profunda del flexor corto y el aductor del pulgar.

En el seno de la eminencia tenar, los dos nervios, mediano y ulnar [cubital], intercambian un ramo comunicante [Cannieu-Riche].

Vascularización

Estos músculos reciben irrigación de la **arteria radial** y de su **rama palmar superficial**.

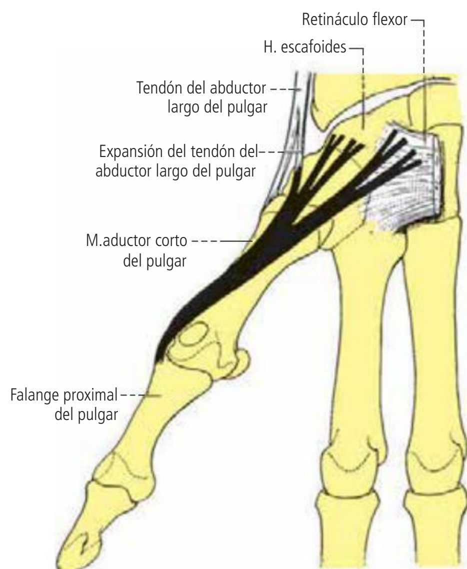


Fig. 58-38. Constitución esquemática del músculo abductor corto del pulgar.

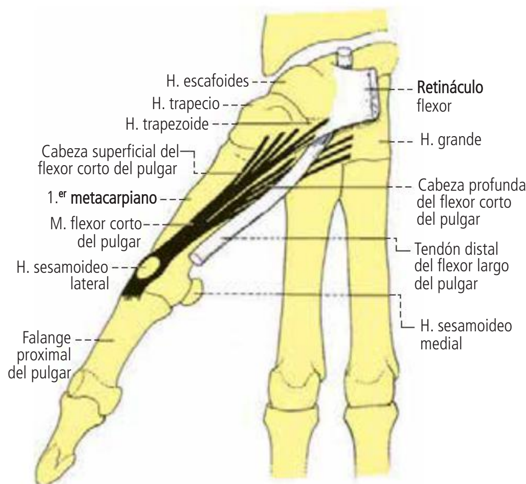


Fig. 58-39. Constitución esquemática del músculo flexor corto del pulgar.

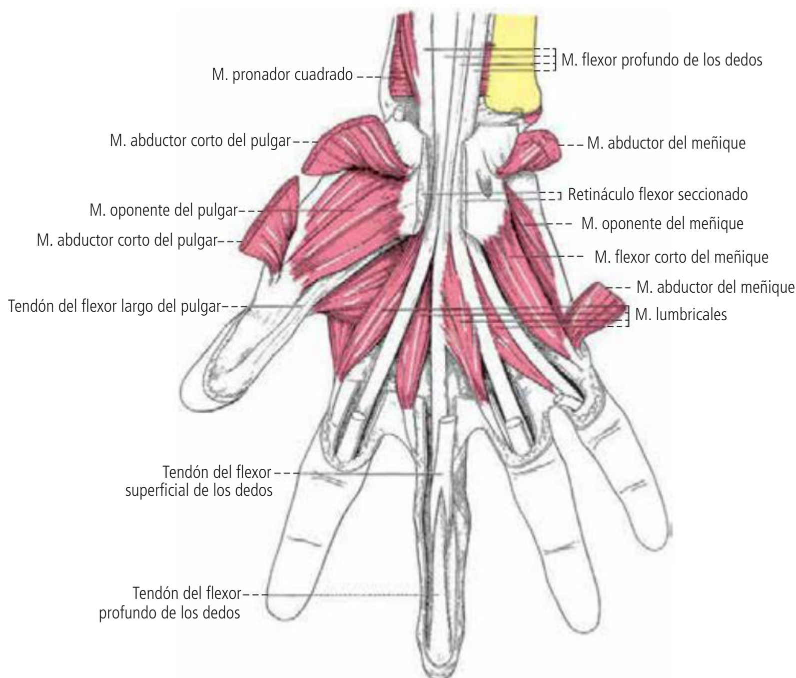


Fig. 58-40. Músculos de la palma de la mano, plano medio.

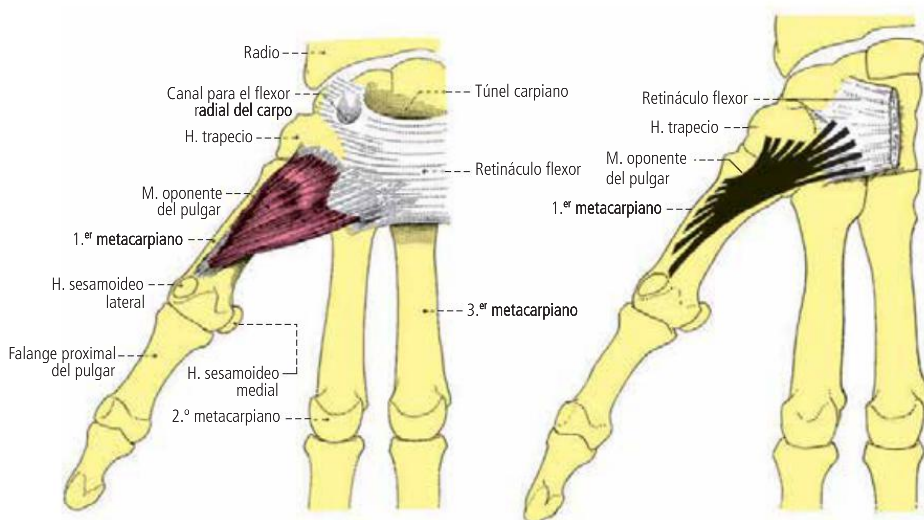


Fig. 58-41. Constitución esquemática del músculo oponente del pulgar.

Acción

Cada uno de los **músculos del pulgar** posee una acción diferente:

– El **abductor corto** separa el primer metacarpiano y la falange proximal del eje medio de la mano.
– El **flexor corto** acerca el pulgar al eje de la mano y flexiona la falange proximal. Es, pues, aductor y flexor a la vez.
– El **oponente** dirige el 1.er metacarpiano hacia adelante y medialmente.
– El **aductor**, como su nombre lo indica, aproxima firmemente el 1.er metacarpiano al 2.º.

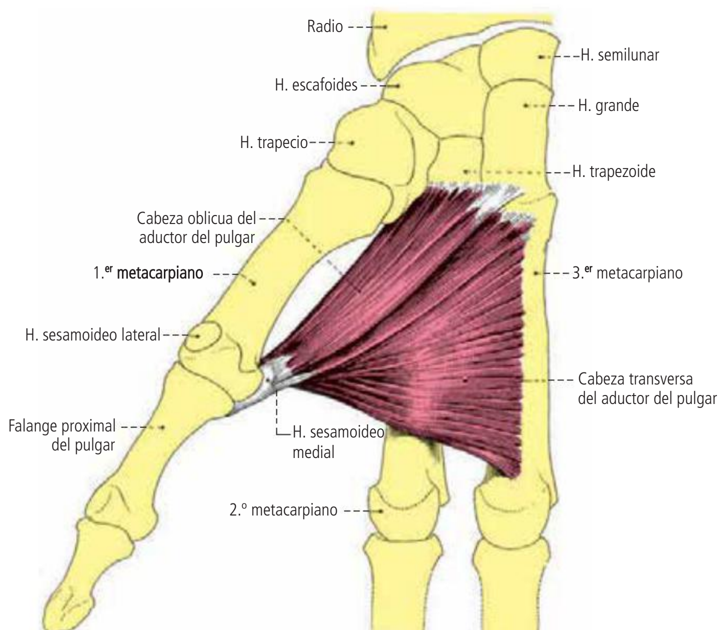


Fig. 58-42. Aductor del pulgar.

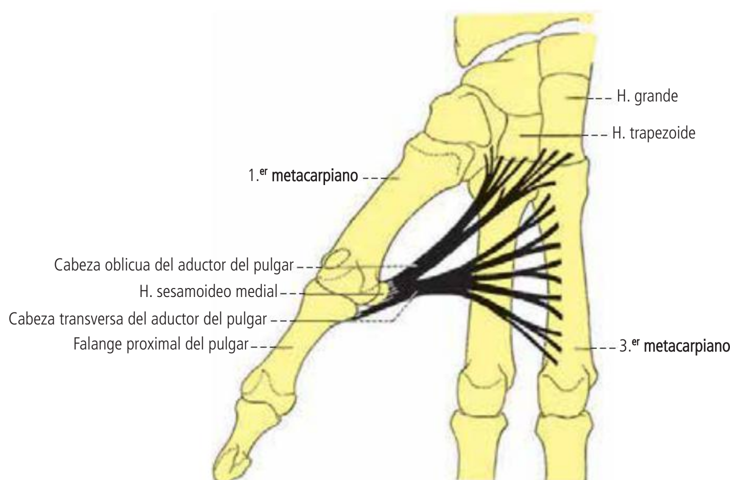


Fig. 58-43. Constitución esquemática del músculo aductor del pulgar.

MÚSCULOS DE LA EMINENCIA HIPOTENAR

Se distinguen cuatro, el palmar corto, el abductor, el flexor corto y el oponente del meñique.

Inserciones musculares y constitución anatómica

Músculo palmar corto [palmar cutáneo]

Constituido por una serie de fascículos transversos y paralelos, se inserta en el borde medial y en la cara anterior de la aponeurosis palmar y se pierde, medialmente, en la cara profunda de la piel del borde medial de la mano (**fig. 58-44**). Es, pues, un músculo cutáneo.

Músculo abductor del meñique

Se inserta arriba en el pisiforme, así como en una expansión fibrosa que le envía el tendón del flexor cubital del carpo (**figs. 58-44** a **58-46**). De allí se dirige hacia abajo y medialmente y se fija en el hueso sesamoideo y en el ligamento glenoideo de la articulación metacarpofalángica, y en el extremo posterior de la falange proximal del meñique, enviando una expansión al tendón del extensor.

Músculo flexor corto del meñique

Situado lateralmente al abductor, en el mismo plano que este último músculo, se inserta arriba en el gancho del ganchoso (**figs. 58-44** y **58-45**). En la parte medial del retináculo flexor y en el arco fibroso tendido entre el pisiforme y el ganchoso. Desciende oblicuo medialmente, para fijarse en la base de la falange proximal del meñique.

Músculo oponente del meñique

Es el más profundo de los músculos del meñique (**fig. 58-45**). Se inserta en el gancho del hueso ganchoso. En el ligamento que une este hueso al pisiforme, en la parte inferior del retináculo flexor; desde allí este músculo se dirige abajo y en sentido medial para fijarse en todo el lado ulnar [cubital] de la diáfisis del 5.º metacarpiano.

Relaciones

Los músculos de la eminencia hipotenar son superficiales y están cubiertos por una fascia delgada. Son mediales a la celda palmar media. Están atravesados, cerca de su origen, por el **ramo profundo del nervio ulnar [cubital]** que se insinúa entre el flexor corto y el oponente. Medialmente, desbordan el 5.º metacarpiano y hacen saliente en el borde ulnar de la palma.

Inervación

Estos cuatro músculos están inervados por el **nervio ulnar [cubital]**. El palmar corto recibe su inervación del ramo superficial. La inervación de los otros músculos de la celda hipotenar corresponde al ramo profundo (C8).

Vascularización

Está dada por ramas de la rama palmar profunda de la arteria ulnar [cubital] en su travesía por la eminencia hipotenar.

Acción

Cada uno de estos músculos tiene una acción particular, sea sobre la falange proximal o sobre el metacarpiano. En realidad, esta acción es mucho menos evidente que para el pulgar; está particularmente desarrollada por ciertas actividades manuales.

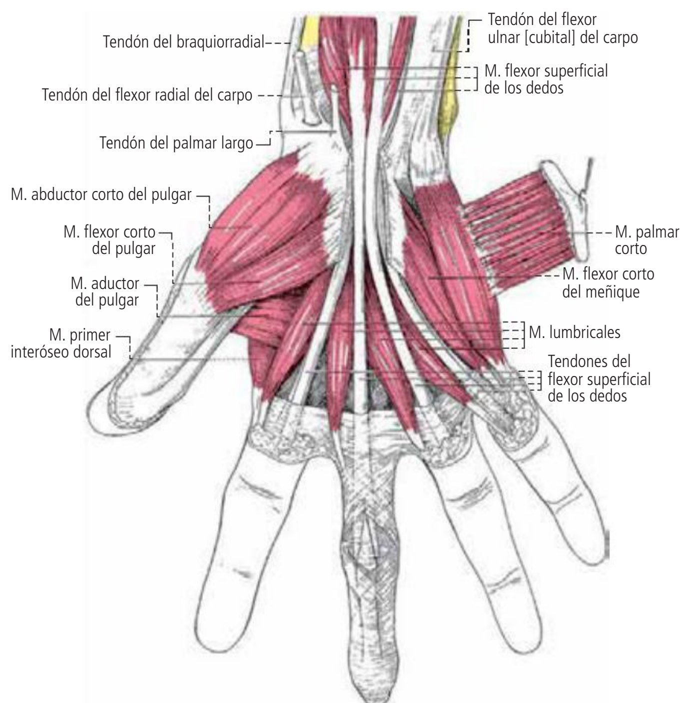


Fig. 58-44. Músculos de la palma de la mano. Plano superficial. Se ha seccionado el retináculo flexor.

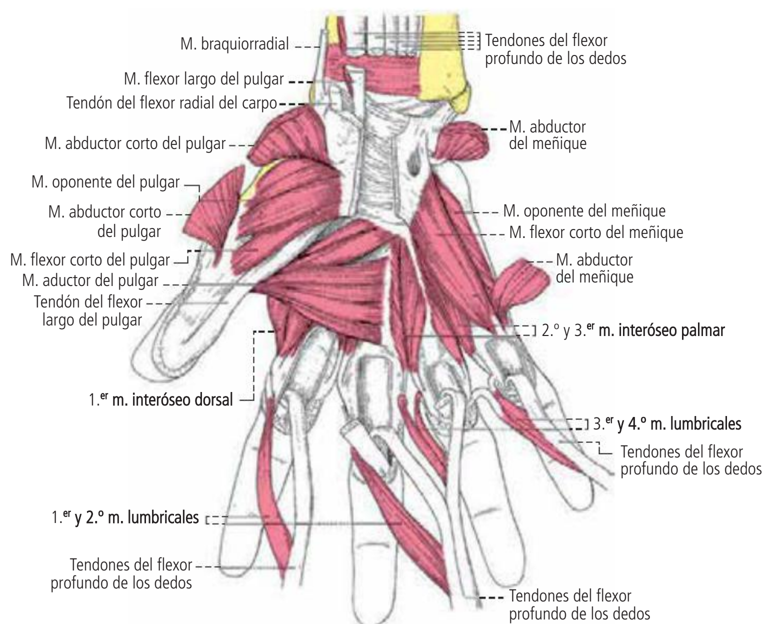


Fig. 58-45. Músculos de la palma de la mano, plano profundo.

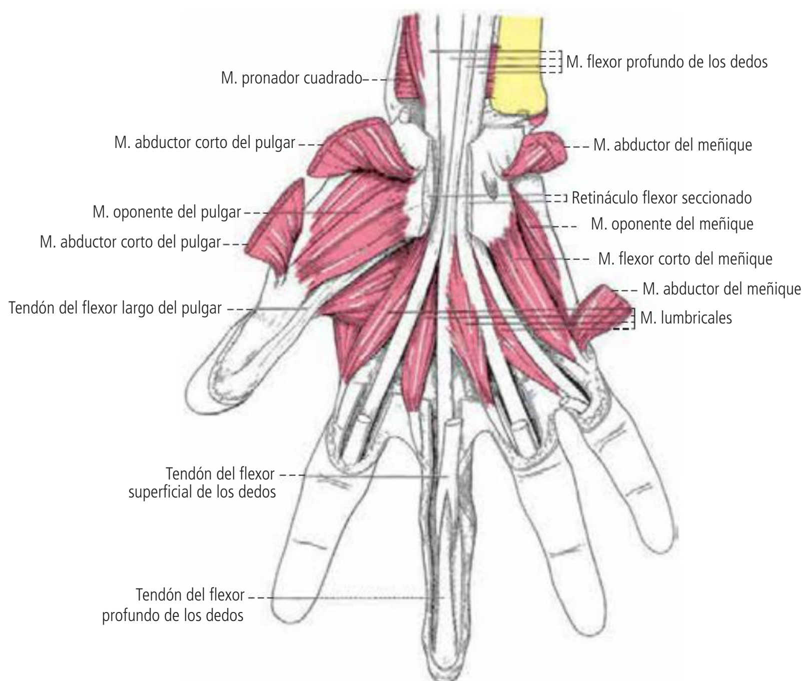


Fig. 58-46. Músculos de la palma de la mano, plano medio.

MÚSCULOS DE LA CELDA PALMAR MEDIA

Músculos lumbricales

Inserciones musculares y constitución anatómica

Los **lumbricales 1.º y 2.º se insertan** en la cara anterior y el borde lateral del tendón del flexor profundo del índice y del medio (**fig. 58-46**). **El 3.º y el 4.º se insertan** como las barbas de una pluma sobre los dos tendones del flexor profundo, entre los cuales están situados. De esta inserción, el cuerpo muscular con forma de huso muy alargado, de donde parte la comparación con una lombriz (lumbricoides), llega a la parte lateral de la articulación metacarpofalángica correspondiente. Aquí el músculo está reducido al estado de una lengüeta tendinosa que **se une al tendón del músculo interóseo vecino**. Con este contornea la cara lateral de la falange proximal y termina en el borde lateral del tendón del extensor correspondiente.

Como se ve, los lumbricales son músculos extendidos desde los tendones del **flexor profundo** al tendón del **extensor** del índice, del medio, del anular y del meñique.

Relaciones

Los músculos lumbricales se encuentran en la región media de la palma. Son subyacentes a los tendones flexores superficiales. Se ubican superficiales al plano de los músculos interóseos. Con el tendón flexor profundo, están rodeados por la vaina sinovial que se expande en la palma. Salen de la palma por el espacio interdigital, laterales a la vaina fibrosa del tendón flexor. Se hacen superficiales en la parte lateral del dedo.

Inervación

Los **dos lumbricales laterales**, por su cara superficial, están inervados por ramos del **nervio mediano**. Los **dos lumbricales mediales**, por su cara profunda, están inervados por ramos del **nervio ulnar [cubital]**.

Vascularización

Estos músculos reciben su irrigación arterial del **arco palmar superficial**.

Acción

Los músculos lumbricales son **flexores de la falange proximal** y **extensores de las dos falanges distales** de los cuatro últimos dedos.

Músculos interóseos

Son siete y se los diferencia en interóseos **palmares** e interóseos **dorsales**. Estos músculos están situados en los espacios intermetacarpianos. Cada espacio dispone de dos músculos interóseos: uno palmar y otro dorsal, **excepto el primer espacio que en un importante porcentaje no tiene interóseo palmar**. Se ha podido discutir la existencia de un interóseo palmar del primer espacio; este se confunde en general con el fascículo profundo del flexor corto, pero debe señalarse que este múscu-

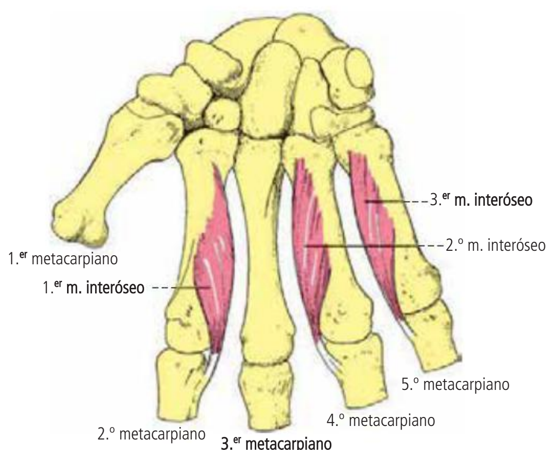


Fig. 58-47. Músculos interóseos palmares, vista anterior.

lo no alcanza al tendón extensor del pulgar, como lo hacen los otros interóseos palmares.

Inserciones musculares y constitución anatómica

Músculos interóseos palmares

Cada interóseo palmar se inserta en la mitad anterior de la cara lateral del metacarpiano **que mira al eje medio de la mano** (figs. 58-45 y 58-47). Terminan en el tendón extensor del dedo que continúa al metacarpiano en el que se insertan: se alejan así del eje medio de la mano. Ocupan solo una mitad del espacio interóseo, existen en los espacios intermetacarpianos 2.º, 3.º y 4.º. Ninguno de ellos se inserta en el 3.er metacarpiano. Así, poseen interóseo palmar el índice, el anular y el meñique. Desde esta inserción, el músculo, triangular y fusiforme, llega hasta la cara lateral de la articulación metacarpofalángica del dedo sobre cuyo metacarpiano se origina y va a terminar en un pequeño tendón que rodea a la falange proximal y se inserta en el **tendón extensor** correspondiente (fig. 58-48).

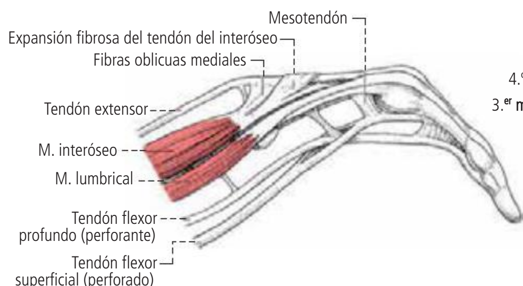


Fig. 58-48. Inserciones terminales de los tendones flexores de los dedos, de un interóseo, de un lumbrical y del tendón extensor, vista lateral (según Paturet).

Músculos interóseos dorsales

En número de cuatro, estos músculos ocupan la totalidad del espacio interóseo (fig. 58-49). Se insertan en los **dos metacarpianos** que limitan cada espacio y se dirigen al dedo correspondiente a los metacarpianos, donde el interóseo toma inserción más extensa. Esta superficie corresponde al metacarpiano **que no mira al eje medio de la mano**. La superficie menos extensa es la que corresponde a la inserción del interóseo palmar a la que cubre parcialmente.

Cada interóseo dorsal es un músculo penniforme, que se adelgaza a medida que desciende. Su tendón es una lengüeta fina que contornea la cara lateral de la articulación metacarpofalángica para alcanzar, como el lumbrical, la cara dorsal del dedo. Allí, el tendón se divide en dos lengüetas: la más fina se inserta

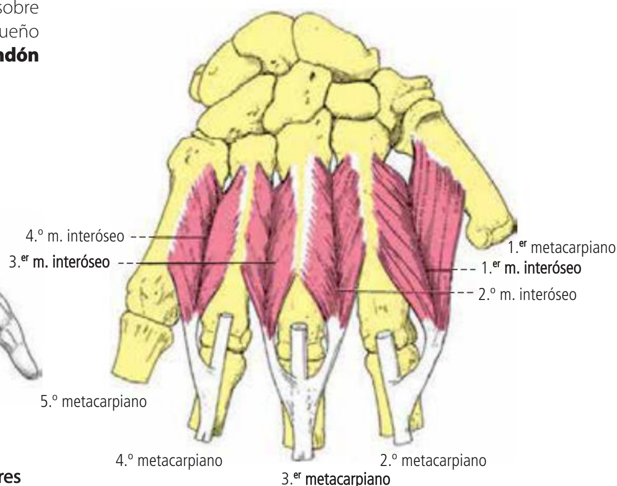


Fig. 58-49. Músculos interóseos dorsales, vista posterior.

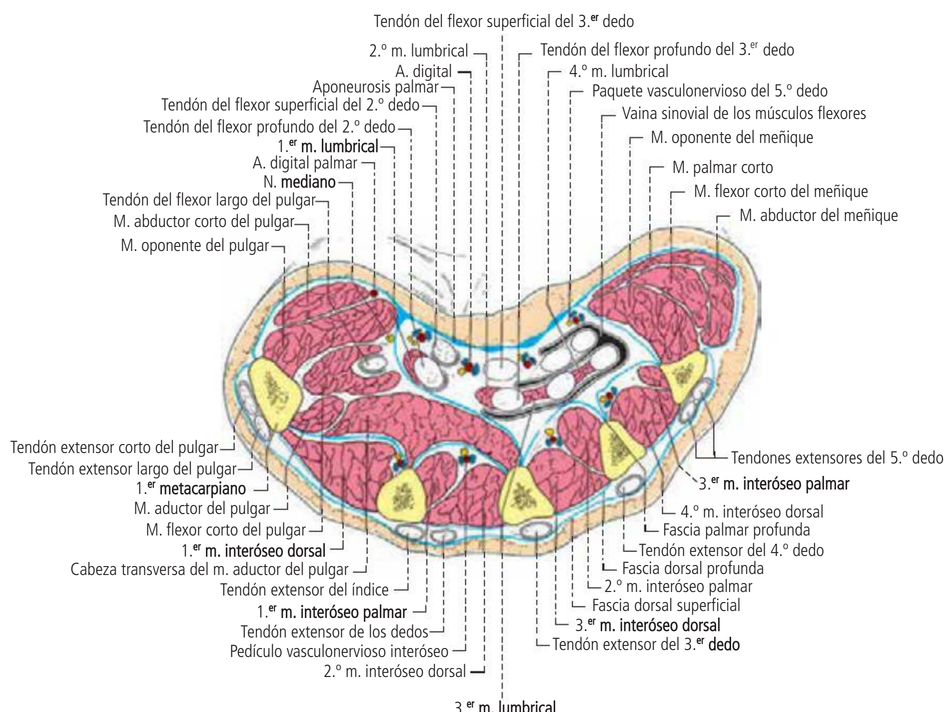


Fig. 58-50. **Corte transversal de la mano derecha, parte media; segmento superior del corte, visto por su cara inferior (según** Castaigne y Soutoul).

directamente en la base de la falange proximal. La más importante llega al tendón extensor sobre el cual termina, pero una determinada porción de fibras terminales del interóseo pasa a la cara dorsal del tendón extensor para encontrar las del lado opuesto. Esta lámina fibrosa constituye la "correa de los interóseos".

Como consecuencia de las inserciones terminales de estos siete músculos interóseos, resulta:

- Que el tendón extensor del índice recibe lateralmente al tendón de un interóseo dorsal y medialmente al tendón de un interóseo palmar.
- Que el tendón extensor del medio recibe tanto medial como lateralmente un tendón interóseo dorsal.
- Que el tendón extensor del anular recibe lateralmente al tendón de un interóseo palmar y medialmente al de un interóseo dorsal.
- Que el tendón del extensor del dedo meñique recibe lateralmente al tendón de un interóseo palmar.

Relaciones

Los músculos interóseos ocupan el plano más profundo de la palma que ellos separan de la región dorsal (**figs. 58-50** y **58-51**). Su cara palmar está cubierta por la fascia palmar profunda que los separa de los tendones flexores, así como de los múscu-

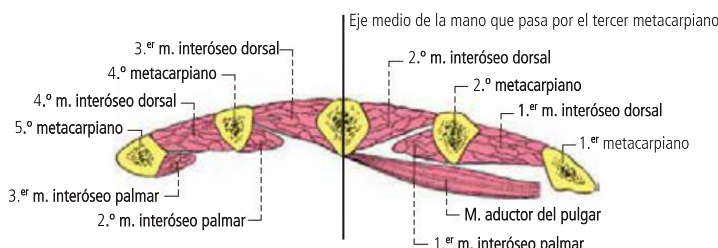


Fig. 58-51. **Corte transversal de los metacarpianos y de los interóseos.**

los lumbricales. El arco palmar profundo y el ramo profundo del nervio ulnar [cubital] transcurren en su contacto. El 1.er interóseo dorsal está cubierto, en su cara palmar, por el músculo aductor del pulgar, que también cubre los interóseos del segundo espacio. Por su cara dorsal, los interóseos dorsales se relacionan con los tendones extensores. Aquí son superficiales y se puede apreciar su desarrollo o su atrofia.

Entre las inserciones más altas de estos músculos y la extremidad superior de los metacarpianos existe, en general, un pequeño espacio que atraviesan arteriolas que anastomosan los arcos arteriales dorsales y palmar profundos.

Inervación

Todos los músculos interóseos son inervados por el ramo profundo del **nervio ulnar [cubital]** (C8) que describe aquí un arco de convexidad inferior, del que se originan filetes delgados que llegan a estos músculos por su cara anterior o palmar.

Vascularización

Estos músculos reciben pequeñas ramas del **arco palmar profundo**, así como del **arco dorsal del carpo**.

Acción

Se ejerce por una parte sobre los metacarpianos y, por otra, sobre el aparato extensor de los dedos. Los **interóseos dorsales separan** del eje medio de la mano a los metacarpianos sobre los cuales se insertan, mientras que **los interóseos palmares los aproximan**. Los **interóseos palmares y dorsales flexionan** la falange proximal sobre el metacarpiano y extienden las falanges media y distal en relación con la proximal.

APARATO EXTENSOR DE LOS DEDOS

Se describe aquí el **aparato extensor de los cuatro últimos dedos** (**figs. 58-52** y **58-53**). Agregamos a este el **aparato extensor del dedo pulgar** como entidad independiente.

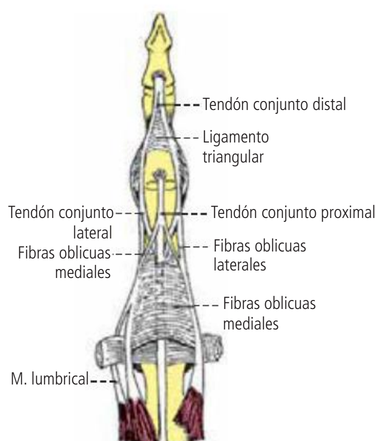


Fig. 58-52. Aparato extensor de los dedos, vista dorsal.

Aparato extensor de los cuatro últimos dedos

Se trata de un aparato complejo, constituido por dos sistemas:

A. Un **sistema tendinoso** que agrupa a los tendones de los **extensores extrínsecos** (extensor de los dedos, extensor del índice y del meñique) y a los **extensores intrínsecos** (músculos interóseos y lumbricales).

B. Un **sistema de unión o retinacular** constituido por formaciones ligamentarias y aponeuróticas que se encuentran a nivel de las articulaciones metacarpofalángica e interfalángica proximal.

Sistema extrínseco (tendones extensores de los dedos)

Todos terminan de la misma manera y la descripción de uno solo de ellos es valedera para todos. Esta terminación ocupa toda la longitud del dedo, desde la articulación metacarpofalángica hasta la falange distal.

En la **cara dorsal de la articulación metacarpofalángica**, el tendón emite:

- Una **lengüeta media** que se adhiere a la cápsula y se inserta en la base de la falange proximal.
- La **banda sagital**; se trata de fibras sagitales (medial y lateral), que se unen con el **ligamento metacarpiano transverso profundo** y contribuyen a mantener el tendón sobre el dorso de la articulación. Se las describe como una "cincha" fibrosa metacarpofalángica para el sistema retinacular (Zancolli).

En la **cara dorsal de la falange proximal** del tendón se divide en tres lengüetas:

- Una **lengüeta media** que se inserta en la base de la falange media adhiriéndose a la cápsula de la articulación interfalángica, formando el **tendón conjunto proximal**.
- Dos **lengüetas laterales** que se separan para pasar a cada lado de la articulación interfalángica proximal. Esas lengüetas se fusionan a la altura de la cara dorsal de la falange media,

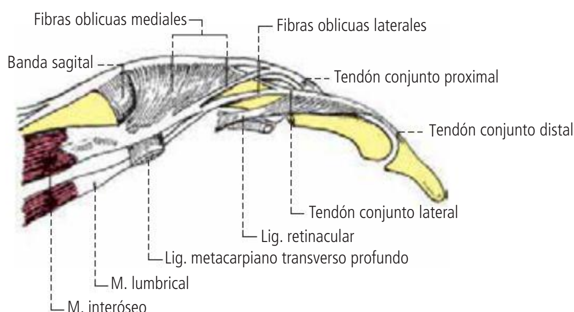


Fig. 58-53. Aparato extensor de los dedos, vista lateral.

para constituir el **tendón conjunto distal**, insertado en la base de la falange distal.

Sistema intrínseco (terminación de los músculos interóseos y lumbricales)

Contribuye a la constitución del aparato extensor de los dedos por tres formaciones:

A. Cincha de los interóseos: es una lámina tendinosa que rodea la articulación metacarpofalángica, permanece superficial y se adhiere al borde lateral del tendón extensor. Une a los interóseos situados a cada lado.

B. Fibras oblicuas mediales: son fibras que proceden de los músculos interóseos y se unen al tendón extensor en el dorso de la falange proximal.

C. Fibras oblicuas distales: se dividen en dos haces:

- El **medial** se inserta con la lengüeta media del tendón extensor en la **base de la falange media** y forma así el **tendón conjunto proximal**.
- Los **laterales** se unen a las lengüetas laterales del tendón extensor y forman el **tendón conjunto lateral**. La unión de los dos tendones conjuntos laterales en un tendón que se inserta en la **base de la falange distal** constituye el **tendón conjunto distal**. Estos últimos tendones se denominan **conjuntos**, pues resultan de la unión de los dos sistemas: extrínseco e intrínseco.

Sistema retinacular

Se lo describe en la articulación **metacarpofalángica** y en la articulación **interfalángica**.

En la **articulación metacarpofalángica** está representado por la **cincha de los interóseos**, la **banda sagital**, el **ligamento transverso metacarpiano profundo**, la **vaina tendinosa fexora** y los **tabiques sagitales** [de Legueu y Juvara].

La banda sagital une al ligamento transverso metacarpiano profundo con el tendón extensor (Zancolli).

En la **articulación interfalángica proximal** participan: los **ligamentos cutáneos** [de Cleland y Grayson] que de la vaina del tendón flexor se dirigen a la piel; la vaina tendinosa flexora; el **ligamento triangular** [de Winslow], colocado entre ambos tendones conjuntos laterales, y el **ligamento retinacular** [de Landsmeer], del cual se distinguen dos haces, oblicuo y transverso.

La función de este sistema es muy importante en la estabilización del sistema extensor en el dorso del dedo y en la coordinación de su acción con el sistema flexor.

Anatomía funcional

El tendón extensor extrínseco (extensor de los dedos, extensor del índice y extensor del meñique) actúa primariamente extendiendo la falange proximal. No puede extender la media y la distal si la proximal está hiperextendida, pues ha agotado toda su capacidad de deslizamiento en la hiperextensión.

La extensión de la media y de la distal es realizada entonces por los músculos intrínsecos (interóseos y lumbricales) a través de los tendones conjuntos.

El extensor de los dedos solo puede extender la media y la distal si se evita la hiperextensión de la falange proximal.

A pesar de su complejidad y de sus inserciones articulares, el **aparato extensor** posee suficiente elasticidad y posibilidades de deslizamiento como para dar a los movimientos de flexión y de extensión de las falanges toda la amplitud necesaria para la agilidad de los dedos.

Aparato extensor del pulgar

Participa en los movimientos de extensión de la falange proximal distal sobre el metacarpo; deben considerarse los movimientos de la articulación trapeciometacarpiana: abducción y aducción, extensión, flexión y rotación sobre su eje.

En forma semejante a los cuatro últimos dedos, se distinguen:

- **Un sistema extrínseco**, constituido por los tendones de los músculos que se originan en el antebrazo.
- **Un sistema intrínseco**, formado por los músculos de la mano que terminan en el pulgar.

La extensión de las falanges se hace por los tendones del extensor corto y del extensor largo, que terminan en las falanges proximal y distal respectivamente.

En forma similar que para el extensor de cada dedo, el tendón del extensor largo del pulgar recibe, a la altura de la articulación metacarpofalángica, dos **expansiones tendinosas** procedentes de los músculos de la palma, una **medial**, del primer interóseo palmar o de las fibras más profundas del aductor, o de ambos; otra **lateral**, del abductor corto del pulgar. Estas expansiones actúan en conjunto con el extensor largo en la extensión de la falange distal.

Sistema retinacular. Está constituido por elementos similares a los citados para la articulación metacarpofalángica de los dedos. Se encuentran la **vaina del flexor**, la **placa palmar** y la **cincha fibrosa metacarpofalángica**. La cincha de los interóseos está representada por la unión de las expansiones del abductor corto (lateralmente) y del 1.er interóseo palmar (medialmente). De modo semejante al sistema retinacular digital, el sistema del pulgar participa en la estabilización del tendón del extensor largo, en el dorso de la articulación metacarpofalángica, en la coordinación de la flexión del pulgar y en la extensión de la articulación interfalángica, además de prevenir la hiperextensión de la metacarpofalángica (De Vecchi).

Fascias del antebrazo y de la mano

FASCIA DEL ANTEBRAZO

La **fascia antebraquial** es una vaina cilindrocónica que rodea el antebrazo, continuándose hacia arriba con la fascia del brazo (**fig. 58-54**). Cubre a las masas musculares que se insertan en el epicóndilo medial, el epicóndilo lateral y el olécranon, donde presenta su máximo espesor y se continúa hacia abajo con los retináculos flexor y extensor [ligamento anular del carpo].

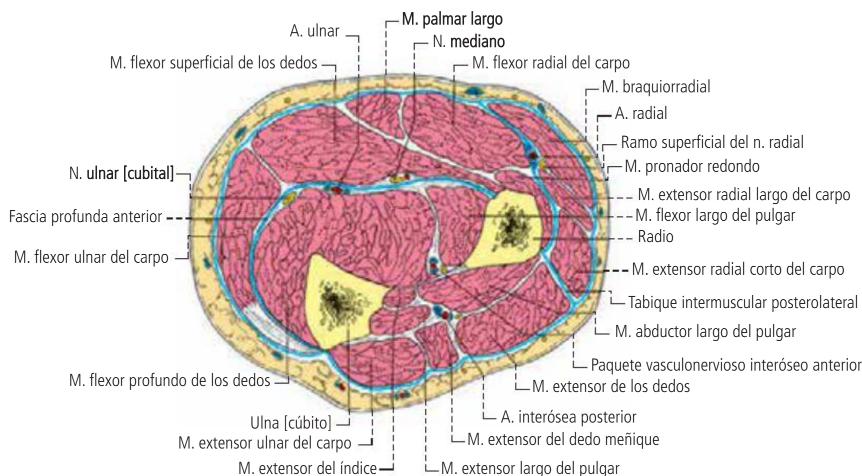


Fig. 58-54. Corte transversal del antebrazo en el tercio medio; segmento inferior, visto por su cara superior (según Castaigne y Soutoul).

Las fibras propias son circulares, las fibras sobreagregadas son longitudinales u oblicuas. A **nivel del codo** está reforzada por la **aponeurosis bicipital**, por algunos fascículos del tríceps, por un manojo de fibras que procede del epicóndilo medial y otro proveniente del epicóndilo lateral.

A lo largo del antebrazo está reforzada por fibras que se originan en el borde posterior de la ulna [cúbito], donde la fascia se adhiere.

En la parte superior del antebrazo da inserción, por su cara profunda, a los músculos de las capas superficiales y además emite tabiques fasciales que separan a estos músculos. Más abajo, tabiques de tejido conectivo frontales aíslan a las diferentes capas, mientras que otros tabiques sagitales aíslan a los distintos músculos de cada plano, formándole a cada uno una envoltura de tejido conectivo que sigue a los tendones de estos músculos.

Los **tabiques intermusculares** (medial y lateral) son aquí mucho menos evidentes que en el brazo: el **tabique intermuscular medial** está constituido, en realidad, por la adherencia a la ulna [cúbito] de la fascia superficial; el **tabique intermuscular lateral**, insertado en el radio, es mucho más delgado.

Las **regiones musculares** están, por lo tanto, menos delimitadas que en el brazo: si bien existe medialmente un límite neto entre las regiones anterior y posterior, la distinción es menos evidente en sentido lateral, donde los músculos laterales y los posteriores están separados por su fascia de envoltura.

Las **fascias propias** de cada músculo son delgadas. Existe una lámina **profunda**, anterior, algo más gruesa, situada entre los dos flexores (superficial y profundo) por delante de los vasos ulnares [cubitales].

Los **espacios intermusculares** por donde transcurren los vasos y los nervios son bien individualizados a partir del tercio medio del antebrazo, donde las masas musculares epicondílea medial y epicondílea lateral están disociadas. En el tercio inferior de la cara anterior, el **pronador cuadrado** está cubierto por una lámina fibrosa independiente de la fascia antebraquial. A esta altura, el tejido conectivo delante del pronador comunica con el espacio profundo de la palma.

A estas **vainas musculares** se les agregan: la **vaina radial**, larga y cerrada adelante por la fascia superficial y la **vaina de la arteria ulnar [cubital]**, más profunda, que se identifica en la mitad inferior del antebrazo.

En el pliegue del codo, deprimido por los tabiques que separan a los músculos del brazo y del antebrazo, la fascia antebraquial presenta un foramen por el que pasa una vena perforante que anastomosa al sistema venoso superficial con el profundo.

APONEUROSIS Y FASCIAS DE LA MANO

Se deben estudiar separadamente las aponeurosis y fascias palmares y las fascias dorsales.

Aponeurosis y fascias palmares

Existen una aponeurosis palmar, situada debajo de los tegumentos, y fascias palmares superficial y profunda (**figs. 58-50** y **58-55**).

Aponeurosis palmar

Se extiende en la región palmar superficialmente a los músculos y tendones estudiados, con excepción del palmar corto. Es triangular. El **vértice superior** se continúa con el tendón del palmar largo o se adhiere al retináculo flexor cuando este músculo no existe, y se puede continuar con la fascia antebraquial. La **base inferior** se expande sobre la raíz de los dedos. Lateralmente se prolonga con las eminencias tenar e hipotenar. Está constituida por fibras longitudinales y fibras transversales:

- Las **fibras longitudinales** provenientes del tendón del palmar largo y del borde inferior del retináculo flexor se expanden en abanico en la palma. Se dividen en **cintillas pretendinosas**, espesas, que terminan contorneando la raíz de los dedos a través de dos cintillas fibrosas. Se ad-

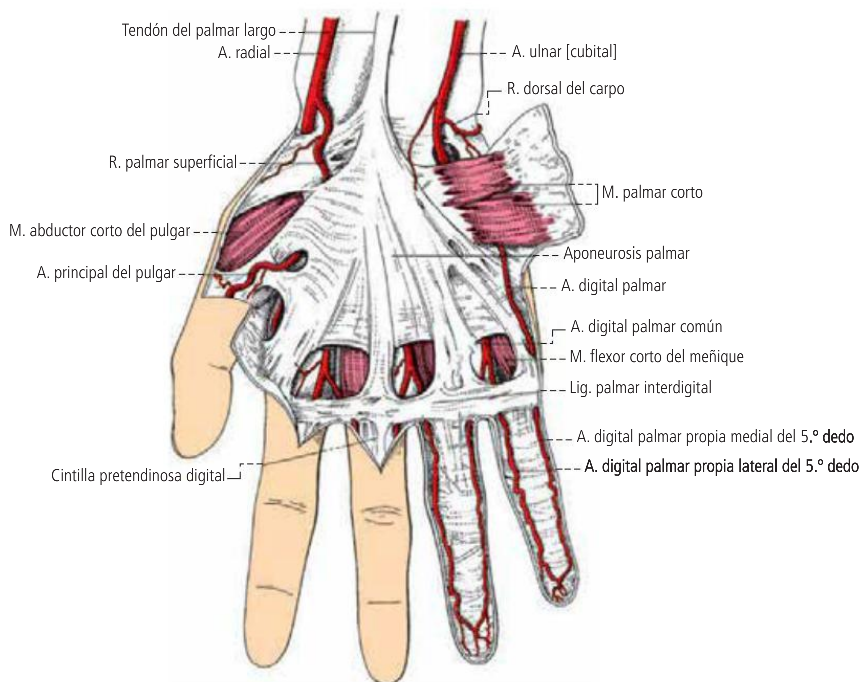


Fig. 58-55. Aponeurosis palmar.

hieren a la cápsula de la articulación metacarpofalángica. Las cintillas están separadas por fibras intertendinosas, más delgadas, que se adhieren a la piel de las comisuras interdigitales. Las **fibras longitudinales** envían **tabiques sagitales** que se observan en el tercio medio de la palma, los que aíslan cuatro túneles tendinosos, para los tendones flexores. Estos están separados por **tres espacios interdigitales** (**fig. 58-56**) que permiten el pasaje de los tendones de los lumbricales, de los vasos y de los nervios colaterales de los dedos. Estos tabiques sagitales se prolongan hasta la raíz de los dedos, donde aíslan por completo los túneles osteofibrosos de los flexores de los espacios utilizados por los vasos y los nervios, así como los tendones lumbricales e interóseos que llegan a la parte lateral y luego posterior de los dedos (Legueu y Juvara) (**fig. 58-57**). Existen fibras que atraviesan el espacio intermetacarpiano y encuentran la fascia dorsal de la mano. A veces se ven espesamientos fibrosos y nudosidades en la aponeurosis palmar, que la retraen y con ella, al dedo correspondiente. Es la "contractura de Dupuytren".

– Las **fibras transversales**, poco numerosas arriba, aparecen en la parte inferior de la región y constituyen aquí el **ligamento transverso superficial**, que se sitúa en forma superficial a las articulaciones metacarpofalángicas. Se desprenden del borde anterior y de la cabeza del metacarpiano para insertarse en las partes similares de los metacarpianos más o menos distantes. Las fibras largas (superficiales) se extienden del 2.º al 5.º metacarpiano. Las fibras cortas (profundas) unen dos metacarpianos contiguos. Algo más abajo constituyen el **ligamento palmar interdigital**, que cubre la base de las falanges.

Fascia de la eminencia tenar

Se inserta en el borde lateral del 1.er metacarpiano. Cubre al abductor corto y envía en profundidad una prolongación que tapiza al flexor corto y al aductor del pulgar para ir a insertarse en la parte anterior del 3.er metacarpiano. En la superficie, esta fascia se continúa medialmente con la parte lateral de la aponeurosis palmar. Es delgada y traslúcida.

Fascia de la eminencia hipotenar

Cubre los músculos de la eminencia hipotenar. Se inserta en el borde medial del 5.º metacarpiano y se fija por arriba en el pisiforme y en el ligamento pisiganchoso. Lateralmente se continúa con el borde medial de la aponeurosis palmar. Proporciona una vaina a cada músculo.

Fascia palmar profunda

Cubre los **músculos interóseos**. Se extiende sobre los espacios interóseos, insertándose en el borde anterior de los metacarpianos. Esta inserción está interrumpida en el 3.er metacarpiano por la inserción del músculo aductor del pulgar. En su parte inferior, la fascia se espesa para formar el **ligamento metacarpiano transverso profundo**, detrás del cual pasan los tendones de los músculos interóseos. Por su cara superficial, esta fascia recibe a los **tabiques sagitales** provenientes de la **aponeurosis palmar**. Delante de la fascia palmar profunda se sitúan

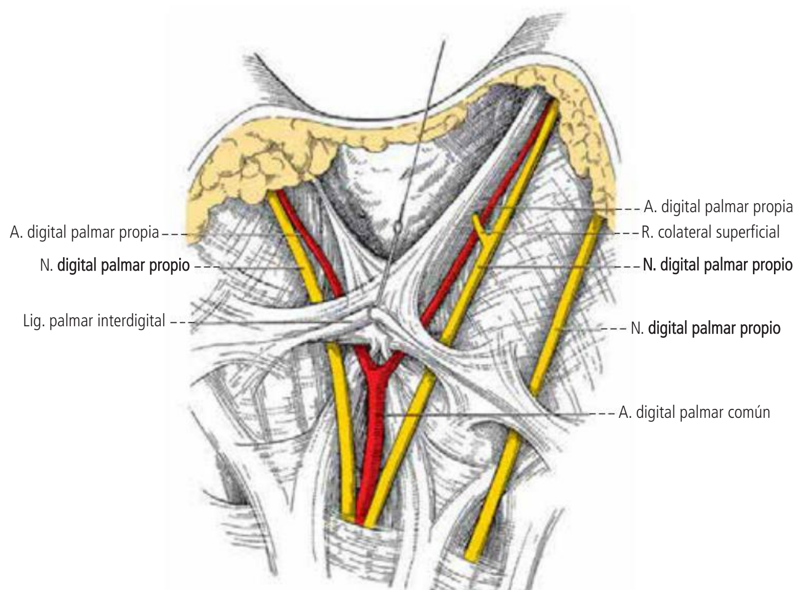


Fig. 58-56. Disposición de la aponeurosis palmar en la comisura interdigital.

los órganos contenidos en la palma. Entre su **cara profunda** y los músculos interóseos se ubican el **arco palmar profundo** y el **ramo profundo del nervio ulnar [cubital]**.

Compartimentos de la palma

La existencia de **dos tabiques**, uno **lateral**, que de la unión de la aponeurosis palmar con la fascia tenar se dirige oblicuo hacia la profundidad, cubre al aductor del pulgar y se inserta en el borde anterior del 3.er metacarpiano, y otro **medial**, vertical, que se fija en el borde anterior del 5.º metacarpiano, permite distinguir compartimentos entre la aponeurosis palmar y los metacarpianos (**fig. 58-54**):

- **Palmar lateral:** contiene los músculos de la **eminencia tenar**, junto con el tendón flexor largo del pulgar en su vaina sinovial.
- **Palmar medio:** es el más amplio; contiene los tendones flexores en su vaina y se apoya en profundidad sobre el plano de los interóseos, cubiertos por la fascia profunda. Entre los tendones flexores y la fascia profunda se encuentra un plano

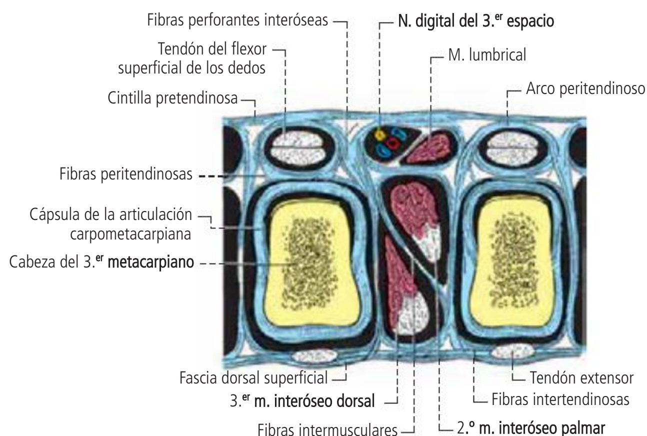


Fig. 58-57. Corte de la mano que pasa por la cabeza del 3.º y el 4.º metacarpianos.

conectivo que comunica hacia arriba con el antebrazo por la porción profunda del compartimento flexor del antebrazo [espacio de Parona].

- **Palmar medial:** contiene a los músculos de la eminencia hipotenar.
- Por **detrás** de la **fascia palmar profunda** existe un cuarto **compartimento muscular profundo**, que contiene los músculos interóseos palmares.

Estos compartimentos comunican hacia abajo con los dedos correspondientes, sea por los túneles osteofibrosos de los flexores o por los espacios de las comisuras. Los compartimentos son independientes unos de otros y comunican hacia el antebrazo, a nivel del túnel carpiano, por lo menos en lo que concierne al palmar medio.

Fascias dorsales

Fascia dorsal superficial. Se inserta por arriba en el **retináculo extensor**, parece continuar a la fascia del antebrazo. Cubre los tendones extensores y está separada de los tegumentos por las venas y los nervios superficiales del dorso de la mano. No envía ningún tabique sagital hacia la profundidad (**fig. 58-50**).

Fascia dorsal profunda. Extendida sobre los espacios interóseos, tapiza la cara dorsal de los músculos interóseos dorsales que los ocupan.

Estas dos fascias son extremadamente delgadas. Se detienen abajo a la altura de las articulaciones metacarpofalángicas.

Espacios conectivos de la mano

Se designa así al tejido conectivo comprendido entre las fascias y aponeurosis palmares y las fascias dorsales, los músculos y los tendones de la mano (**fig. 58-58**).

Espacio palmar medio superficial. Pretendinoso, está situado:

- Por detrás de la aponeurosis palmar que lo separa del tejido subcutáneo y de la piel.
- Por delante de los tendones flexores digitales con los lumbricales, envueltos por la vaina sinovial digitocarpiana medial.
- Lateralmente, está limitado por la fascia de la eminencia tenar.
- Medialmente, por la fascia de la eminencia hipotenar.
- Por abajo llega al ligamento transverso superficial de la palma.
- Por arriba se continúa sin línea de demarcación por detrás del retináculo flexor con el espacio conectivo subfascial antebraquial (explicación anatómica de la propagación de los flemones del espacio palmar superficial hacia el antebrazo).

Comunica con el espacio retrotendinoso, en sus bordes de contacto con las fascias de las eminencias tenar o hipotenar.

Espacio palmar medio profundo. Es retrotendinoso y el más importante de todos los espacios (Kanavel). Está situado:

- Por detrás de los tendones flexores y de los lumbricales, tapizados por el receso retrotendinoso de la sinovial.
- Por delante de la fascia palmar profunda.
- Medial a la fascia tenar que tapiza la cara anterior del aductor del pulgar.
- Medial a la porción sagital de la fascia tenar.
- Lateral a la porción sagital de la fascia hipotenar.

Por abajo está limitado por las conexiones fibrosas entre las articulaciones metacarpofalángicas.

Este espacio se comunica con el tejido conectivo de la región dorsal de la mano por las comisuras interdigitales (ello explica el edema dorsal de los flemones de la palma). También se comunica con los espacios conectivos de los cuatro últimos dedos por medio de las comisuras y de las vainas de los lumbricales, las que favorecen la propagación de las infecciones digitales (panadizos) hacia la palma (Kanavel). Hacia arriba se comunica con el antebrazo.

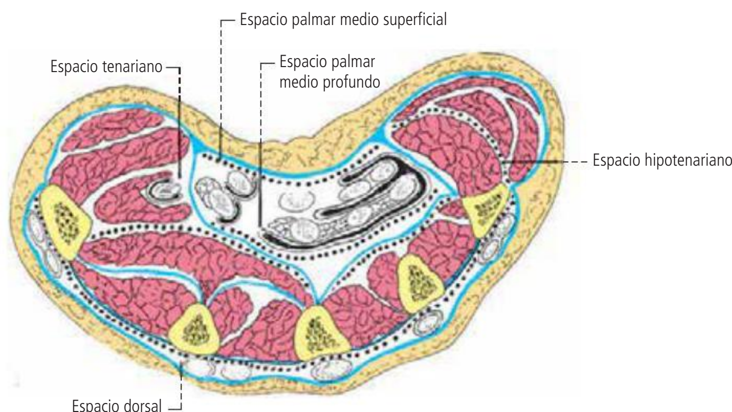


Fig. 58-58. Espacios celulosos de las regiones de la mano. Corte transversal que pasa por los metacarpianos. En este esquema se indican los espacios en punteado.

Espacios comisurales. En número de tres, ocupan las comisuras de los cuatro últimos dedos. Están situados:

- Por detrás de la piel tapizada por tejido adiposo en el cual se pierden fascículos fibrosos provenientes de la aponeurosis palmar.
- Por delante de la fascia dorsal profunda, reforzada por la fascia dorsal superficial.
- Por encima del ligamento palmar interdigital.
- Entre las cintillas pretendinosas y los tabiques sagitales que se destacan de su cara profunda.
- Por debajo de la unión del ligamento transverso superficial, de la aponeurosis palmar y las bridas que unen esta aponeurosis a la piel.

Espacio tenariano. En él asientan los flemones comisurales del pulgar. Se extiende en sentido transversal del 1.º al 3.er metacarpiano, insinuándose por detrás del espacio palmar medio profundo.

Está situado:

- Por detrás del flexor corto del pulgar.
- Por delante del aductor del pulgar que lo separa de la fascia palmar profunda y de los músculos interóseos del 1.er espacio.
- Lateralmente, llega al 1.er metacarpiano.
- Hacia abajo llega al espacio comisural, entre el pulgar y el índice.

Espacio hipotenar. Más pequeño, está situado:

- Por detrás del abductor y del flexor corto del 5.º dedo.
- Por delante del oponente.
- Medialmente, llega al borde medial del 5.º metacarpiano.
- Lateralmente, llega al tabique de separación de esta celda con la media.

Espacio conectivo dorsal. Subfascial, está situado:

- Entre la fascia dorsal superficial y la fascia interósea dorsal.
- Medialmente, llega hasta el 5.º metacarpiano.
- Lateralmente, hasta el 1.er metacarpiano.
- Por abajo, hasta la inserción de la fascia dorsal superficial sobre la vaina fibrosa de los dedos.
- Por arriba, hasta el borde inferior del retináculo extensor.

En las comisuras interdigitales, este espacio se comunica con los espacios conectivos tenar y palmar medio profundo.

El tejido conectivo que se encuentra en estos espacios constituye un verdadero aparato de deslizamiento anexo a los tendones extensores de los dedos. De esta manera, estos espacios poseen una acción mecánica en relación con el movimiento de la palma y de los dedos.

Anatomía funcional

MOVIMIENTOS DE LA MANO SOBRE EL ANTEBRAZO

La mano es susceptible de efectuar, con respecto al antebrazo, movimientos de flexión, de extensión y de inclinaciones laterales. La combinación de estos movimientos termina en la circunducción.

Estudio analítico de los movimientos

Dos articulaciones permiten los movimientos de la mano:

A. La articulación radiocarpiana.
B. La articulación mediocarpiana.

Flexión y extensión

En la flexión, la palma es dirigida hacia la cara anterior del antebrazo (**figs. 58-59** y **58-60**). La extensión es el movimiento inverso. De la flexión máxima a la extensión máxima, el movimiento alcanza una amplitud de 180°. Tanto en la flexión como en la extensión, el movimiento es más amplio en la radiocarpiana que en la mediocarpiana, en aproximadamente un tercio.

El eje del movimiento pasa por el vértice de la cabeza del hueso grande, cualquiera que sea la articulación que se considere. Los movimientos de flexión y de extensión están limitados por la tensión de los ligamentos de la articulación radiocarpiana.

Los movimientos de inclinación lateral pueden asociarse con la flexión y con la extensión, excepto cuando esta llega a su posición extrema.

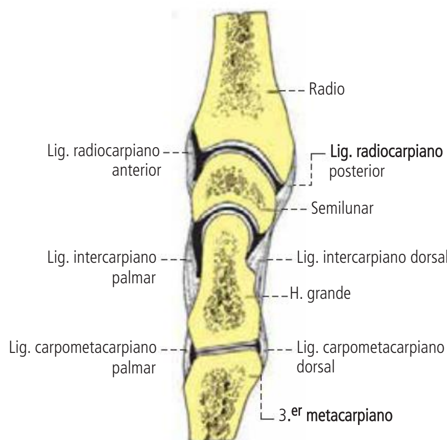


Fig. 58-59. Corte longitudinal de las articulaciones radiocarpiana, mediocarpiana y carpometacarpiana (según Castaigne y Soutoul).

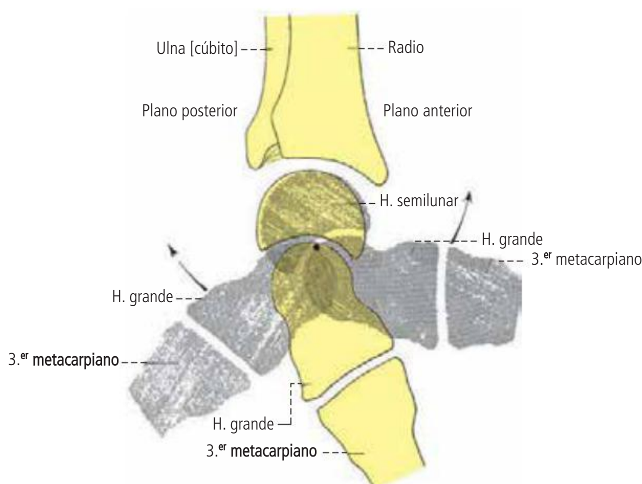


Fig. 58-60. **Desplazamientos del semilunar y del hueso grande en los movimientos de flexión y extensión de la mano. El punto** negro en el vértice del hueso grande sitúa el eje del movimiento.

Inclinaciones laterales

Se distingue la inclinación medial, ulnar [cubital] o **aducción**, y la inclinación lateral, radial o **abducción** (**fig. 58-61**). Estos movimientos se efectúan alrededor de un eje anteroposterior común, que pasa por el centro de la cabeza del hueso grande.

En estos movimientos, la articulación radiocarpiana es más solicitada que la mediocarpiana.

Estos movimientos están limitados por la tensión de los ligamentos colaterales ulnar [cubital] y radial más que por el contacto de los huesos.

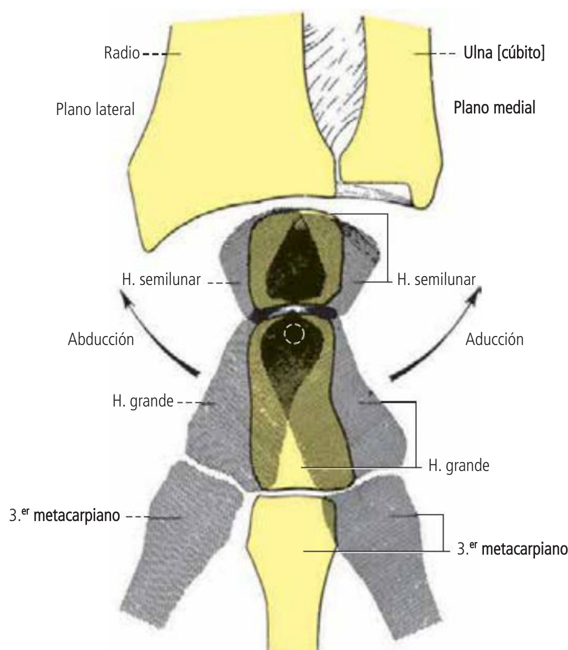


Fig. 58-61. **Desplazamientos del semilunar y del hueso grande en los movimientos de abducción y aducción de la mano. El** punto negro en el vértice del hueso grande sitúa el eje del movimiento.

Circunducción

Este movimiento resulta de la ejecución sucesiva de los cuatro movimientos precedentes. Es bastante difícil examinarlo en forma aislada, pues a menudo implica la participación de las articulaciones radioulnares y se asocia con la pronosupinación.

En el curso de estos movimientos se considera fácilmente que la 1.ª fila del carpo desarrolla una acción de "menisco osteofibroso" interpuesto entre el esqueleto del antebrazo y la 2.ª fila del carpo.

Acción de los músculos

Músculos flexores

Son el **flexor radial del carpo**, el **palmar largo** y el **flexor ulnar [cubital] del carpo**. El palmar largo es el menos potente de los tres. Se notará que ninguno de estos tres músculos se encuentra exactamente en el eje del antebrazo: la flexión directa necesita la acción simultánea del flexor radial del carpo y del flexor ulnar del carpo. Las flexiones hacia el borde ulnar [cubital] o hacia el borde radial del antebrazo son provocadas por la acción predominante de uno u otro músculo.

Además, los **flexores de los dedos** actúan en la flexión de la mano sobre el antebrazo.

Músculos extensores

Son los extensores radial corto y largo del carpo y el extensor ulnar [cubital] del carpo. Estos tres músculos tampoco están situados en el eje del antebrazo. El extensor más directo es el extensor radial corto del carpo. El extensor largo del carpo es más bien extensor-abductor, mientras que el extensor ulnar [cubital] del carpo es extensor-aductor.

Los músculos **extensores de los dedos** contribuyen igualmente a la extensión de la mano.

La contracción sinérgica de estos músculos fija la mano: es el tiempo previo a todo gesto de prensión.

MOVIMIENTOS DE LOS DEDOS. PRENSIÓN

La mano del hombre posee cinco dedos, de los cuales el 2.º, el 3.º, el 4.º y el 5.º están dotados de movimientos idénticos, mientras que el pulgar goza de una independencia y de una movilidad verdaderamente excepcionales y características.

Se estudiarán sucesivamente los mecanismos osteoarticulares en:

- Los movimientos del pulgar.
- Los movimientos de los otros dedos.
- La asociación de esos movimientos para asegurar la sujeción de los objetos: la prensión.

Movimiento del pulgar

Mecanismos osteoarticulares

Articulación carpometacarpiana. La flexión y la extensión llevan al 1.er metacarpiano hacia la palma, o hacia el dorso de la mano (**figs. 58-62** a **58-67**). La abducción lo separa de los otros metacarpianos, la aducción lo acerca. Por último, la **oposición**, que permite al pulgar girar su cara palmar hacia la cara palmar de los otros dedos, asocia la aducción con la flexión.

Estos diferentes movimientos se producen en la articulación trapeciometacarpiana. En la oposición, el metacarpiano pasa de la vertiente lateral a la vertiente medial del trapecio. Gira sobre sí mismo para llevar su cara dorsal hacia adelante. Para esto es insuficiente la oposición completa, necesita la intervención del escafoides y del trapecio. El conjunto **escafoides-trapecio-1.er metacarpiano** se ha denominado "columna del pulgar" (Destot). Esta columna no está en el mismo plano que los otros huesos del carpo: está dirigida lateralmente, de manera que las caras dorsales del trapecio y del 1.er metacarpiano se vuelven dorsales-laterales. Así está asegurada la posición del pulgar en el reposo: abducción ligera, cara dorsal orientada lateralmente, mientras que las de los otros metacarpianos están orientadas hacia atrás. Durante la oposición, el escafoides y el trapecio giran sobre el trapezoide, lo que amplía el movimiento del 1.er metacarpiano. La oposición resulta, en consecuencia, de un movimiento conjunto de los tres huesos de la columna del pulgar.

Articulación metacarpofalángica. Es capaz de flexión y de extensión, pero sus movimientos de lateralidad (aducción y abducción) son limitados. La abducción y la aducción del pulgar son, pues, esencialmente movimientos de su metacarpiano.

Articulación interfalángica. La flexión y la extensión son muy amplias, pero los movimientos de lateralidad son prácticamente nulos.

Acción de los músculos

La **flexión** de la falange distal sobre la proximal y de esta sobre el metacarpiano está asegurada por el **flexor largo del pulgar**.

La **extensión** de sus dos falanges se debe a la contracción del **extensor largo del pulgar**.

La **abducción** puede efectuarse en el mismo plano que los otros dedos: está asegurada por el **abductor largo**, ayudado por el **extensor corto** y el **extensor largo**. Cuando la abducción se realiza separando el pulgar del plano de los otros dedos, el **abductor corto** entra en acción.

La **aducción**, cualquiera que sea el plano en que se ejerza, está asegurada por el **aductor del pulgar**.

La **oposición** es un movimiento más complejo. El pulgar es llevado adelante y lateralmente, bajo la acción del **abductor corto**. Gira enseguida más o menos lejos en dirección de la palma, frente a los otros dedos gracias al **flexor corto** y sobre todo al **oponente** que asegura el movimiento de rotación.

Movimientos de los cuatro últimos dedos

Mecanismos osteoarticulares

Articulaciones carpometacarpianas. Sus movimientos son mínimos. La extremidad proximal de cada metacarpiano es capaz de deslizarse ligeramente en relación con el esqueleto de la 2.ª fila del carpo. Los metacarpianos 4.º y 5.º son los más móviles.

Articulaciones metacarpofalángicas. Están netamente separadas las unas de las otras. Con respecto a la cabeza metacarpiana, la falange puede efectuar:

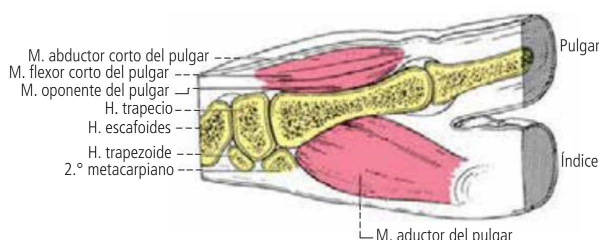


Fig. 58-62. Corte longitudinal, en el eje del primer metacarpiano (en semioposición).

– Movimientos de lateralidad, que aproximan o alejan la falange del eje medio de la mano.
– Movimientos de rotación, pasivos, que son anatómicamente posibles, pero no existen en la realidad funcional.

Articulaciones interfalángicas. Estas no permiten sino movimientos de flexión y de extensión.

Acción de los músculos

La **flexión** está asegurada por los músculos **flexor superficial**, para la flexión de la falange media, **flexor profundo**, para la flexión de la falange distal. Este movimiento es extremadamente potente. La flexión de la falange proximal está asegurada por los músculos **interóseos**.

La **extensión** exige acciones musculares más complejas. En efecto, la extensión de la falange proximal está asegurada por la contracción del **extensor de los dedos** ayudado por los **extensores** del 2.º y del 5.º dedo, pero la extensión de las falanges media y distal es el efecto de los músculos **interóseos** y **lumbricales** que actúan por intermedio de su inserción en el tendón extensor. Se notará que la extensión de los dedos 2.º y 3.º, así como la del 5.º, tiene cierta independencia que el entrenamiento puede aumentar, pero el 4.º dedo, sin duda a causa de los puentes intertendinosos que reúnen su tendón extensor a los tendones vecinos, es más difícil de extender en forma aislada.

La extensión es un movimiento complejo al cual la acción sinérgica de los extensores, de los interóseos y de los lumbricales confiere mucha precisión y suavidad.

En los **movimientos de lateralidad**, los dedos pueden separarse o acercarse los unos a los otros por la acción de los músculos interóseos.

Los **interóseos palmares aproximan** los dedos al eje medio de la mano, ayudados por los músculos flexores, cuyos tendones expandidos en abanico en la palma divergen a partir del eje medio y tienden a acercar a él las extremidades digitales. Los **interóseos dorsales alejan** los dedos del eje medio de la mano, ayudados por el extensor de los dedos. En cuanto al 5.º dedo, dispone con los músculos de la eminencia hipotenar de un conjunto de músculos que, a pesar de su nombre, no le permiten ninguna oposición sino solo una separación más considerable que la de los otros dedos. En el movimiento de **aducción** de los dedos, que los acerca al eje medio de la mano, la palma parece ahuecarse como si los metacarpianos se acercasen los unos a los otros. En realidad, esta apariencia se debe más al acercamiento de las eminencias tenar e hipotenar que a un desplazamiento real de los metacarpianos.

Prensión

Es el conjunto de los movimientos que la mano efectúa para asir un objeto. En realidad, la prensión es una función que interesa a la totalidad del miembro superior. Es una función delicada, precisa, pero también potente. Todos los elementos anatómicos del miembro superior confluyen a asegurar a la prensión su máximo de perfección y de potencia. El aspecto de la cintura escapular nos muestra que, en el hombre, constituye un conjunto bien diferente de lo que se puede presentar en los otros vertebrados superiores. El hombre está estructurado de tal manera que permite al miembro superior moverse en todos los planos del espacio. A nivel del hombro, su extrema movilidad da a la mano una libertad muy grande. En el antebrazo, la pronosupinación asegura los movimientos de rotación de la mano. Por último, la

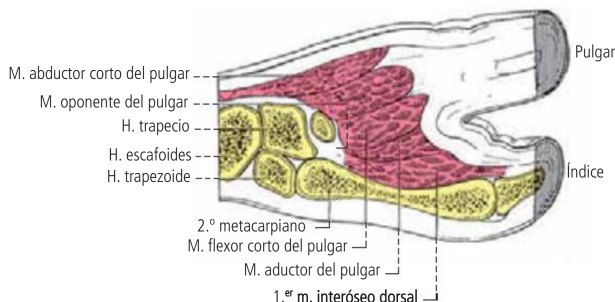


Fig. 58-63. Corte longitudinal, en el eje del segundo metacarpiano. Todos los músculos de la eminencia tenar cubren el segundo metacarpiano.

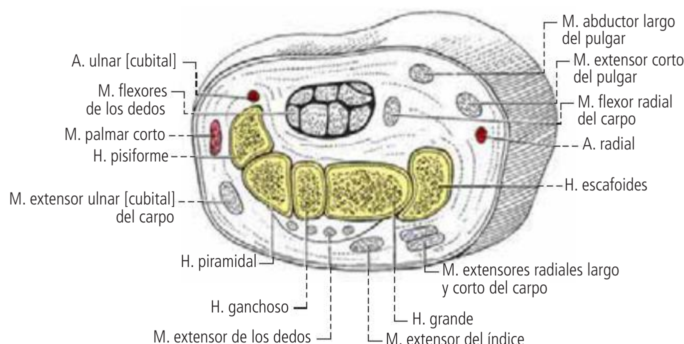


Fig. 58-64. **Corte transversal que pasa por la 1.ª hilera de los huesos del carpo. El pulgar está colocado en abducción. Se observa que el escafoides se encuentra casi al mismo nivel que los otros huesos de su hilera.**

articulación radiocarpiana permite situar la mano, ya orientada por la posición del brazo y del antebrazo, en la posición exacta para asegurar la sujeción. Y además a nivel de la mano misma, la existencia de un pulgar individualizado, libre de toda articulación con los otros dedos, es un elemento verdaderamente característico de la mano del hombre (**fig. 58-68**).

Asir un objeto implica, desde el principio, la **puesta en posición de la mano**, la intervención de todos los músculos del miembro superior y el juego de todas las articulaciones. Al adoptar esta posición, los músculos aseguran el bloqueo y la fijeza de las articulaciones consideradas. Solo entonces se puede efectuar la **sujeción**.

Existe un determinado número de prensiones, cuya variedad pone en juego todos los movimientos de los dedos: flexión, extensión, abducción, aducción, oposición. Todas las prensiones comienzan por la puesta en posición de los dedos: la mano se abre para abordar el objeto que va a tomar. Este **primer tiempo** implica movimientos de extensión, de abducción, hasta de separación de los dedos (Landsmeer).

El **segundo tiempo** de la prensión es el cierre, bajo la acción de los flexores y, eventualmente, del aductor del pulgar.

Bien estudiadas en la tesis de Trarieux, por Froment y A. Latarjet, las distintas prensiones se pueden sintetizar en algunos tipos diferentes:

– **Prensiones sin intervención necesaria del pulgar.** Son las diferentes prensiones en gancho, en las que los dedos, bajo la actividad de los flexores de los dedos, sostienen el objeto: el portar un cubo de agua, por ejemplo. El pulgar interviene sin ninguna fuerza para cerrar el gancho realizado por los dedos. En esta sujeción, los músculos interóseos intervienen también, primero para extender los dedos antes de la prensión y enseguida para envolver completamente el objeto. Así se asegura una prensión, sea en la palma (contracción de los interóseos) o en los dedos (contracción de los flexores).
– **Prensiones con intervención del pulgar.** Se pueden distinguir las **prensiones de fuerza** y las **prensiones delicadas**:

A. Las **prensiones de fuerza** sujetan el objeto en la palma. Así se puede tomar el mango de un martillo o el mango de una raqueta de tenis. Los flexores de los dedos y los interóseos actúan en forma potente. En cuanto al pulgar, cierra enérgicamente la prensión, y lo hace de dos maneras diferentes (**figs. 58-69** y **58-70**): se sitúa frente a los dedos replegados, bajo la acción de sus músculos oponente y flexor corto, o bien se sitúa frente a la cara lateral del índice y el pulgar queda extendido: es la prensión denominada "del aductor", utilizada para tener un cuchillo, un

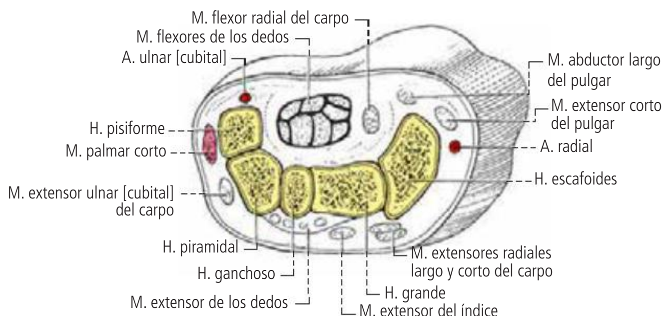


Fig. 58-65. **Corte transversal que pasa por la 1.ª hilera de los huesos del carpo. El pulgar está colocado en semioposición. El escafoides, llevado por el pulgar, sube como el hueso grande y se desplaza hacia la cara palmar.**

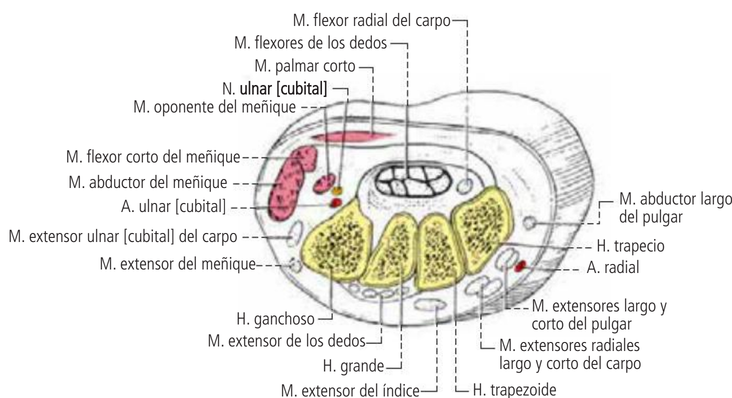


Fig. 58-66. **Corte transversal que pasa por la 2.ª hilera de los huesos del carpo. El pulgar está en abducción. El trapecio está más elevado que el trapezoide, pero no lo excede.**

paquete de papeles, un diario. Aquí el aductor del pulgar es el que asegura la fuerza de la prensión. La parálisis del aductor, observada en la parálisis del nervio ulnar [cubital], impide la realización de esta prensión (signo de Froment).

B. Las **prensiones delicadas** (**figs. 58-71** y **58-72**): en estas el objeto se sostiene entre el pulgar y la extremidad de los dedos, con oposición de la cara palmar del pulgar al pulpejo de uno o varios dedos. Cuando el pulgar está flexionado, así como el otro dedo al cual enfrenta, se obtiene la **pinza de ramas curvas**, que puede ser a la vez precisa y vigorosa. Cuando el índice, el medio y el pulgar están alargados, realizan la **pinza de ramas largas**, que puede ser también muy delicada (arco del violinista) o muy vigorosa. Estos movimientos pueden variarse hasta el infinito, y los movimientos habituales de ciertos trabajadores manuales han podido ser objeto de análisis extremadamente detallado (Capener).

Se puede deducir de este estudio analítico y sintético, forzosamente muy incompleto, que los músculos que participan en la prensión pueden dividirse en dos grupos esenciales:

A. Los **músculos de actitud**, cuya contracción sitúa a los dedos previamente en la posición que precede a la prensión. Estos músculos son los extensores de los dedos y del pulgar, los abductores y el oponente del pulgar.

B. Los **músculos de fuerza y de trabajo**, que cierran la prensión (flexores, interóseos, lumbricales, flexor corto y aductor del pulgar).

Sistema nervioso de la prensión

Los tres grandes nervios del miembro superior participan en ella: el mediano, el radial y el ulnar [cubital], pero de manera diferente. El **mediano** comanda la **oposición y la flexión**. Su parálisis está acompañada, pues, por trastornos graves de la prensión, así como en lo que concierne a la fuerza y a la precisión. El **ulnar** comanda la **flexión** de la falange proximal por los interóseos, los movimientos de **lateralidad** de los dedos y la **aducción del pulgar**. En caso de déficit de este nervio se nota la desaparición de la fuerza en la prensión del aductor. El **radial** es, ante todo, el nervio de la **extensión** y de la posición de los dedos de la mano. Su parálisis se manifiesta por la caída de la mano y de los

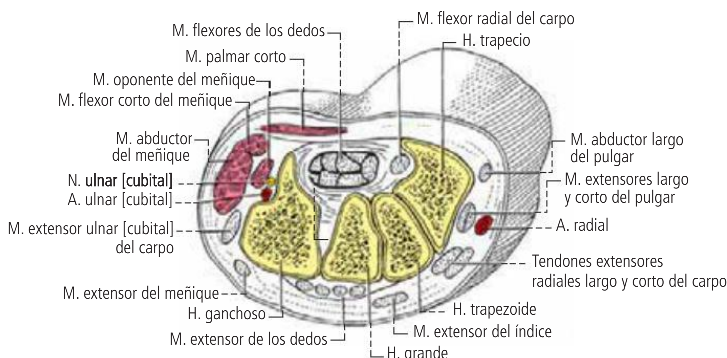


Fig. 58-67. **Corte transversal que pasa por la 2.ª hilera de los huesos del carpo, pero aquí el pulgar está en semioposición. El trapecio ha realizado un movimiento de ascenso y se apoya sobre el trapezoide. Compárese este corte transversal con el corte longitudinal de la figura 58-63.**

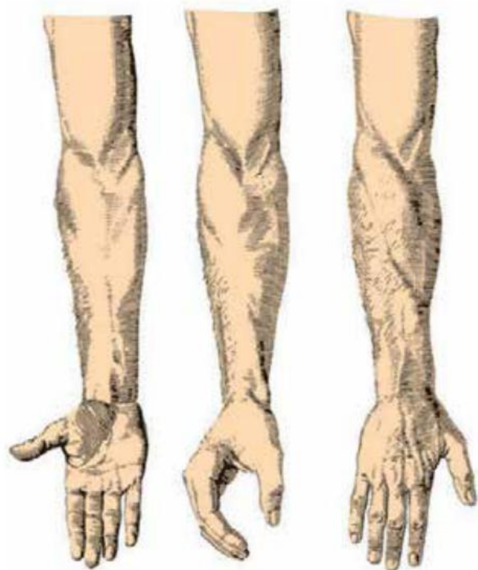


Fig. 58-68. Tres posiciones del antebrazo y de la mano, realizadas en las articulaciones radioulnar proximal y distal. De izquierda a derecha: supinación, semipronación, pronación. La cara anterior del brazo conserva la misma orientación, lo que excluye la intervención de la articulación del hombro.

dedos. La flexión es posible, pero sin fuerza. El enfrentamiento de la mano al objeto se hace sin precisión pero, como comanda músculos de actitud, se puede suplir la parálisis del nervio radial por una prótesis conveniente, mientras que los aparatos, en caso de parálisis del mediano o del ulnar [cubital], nunca son perfectos desde el punto de vista funcional.



Fig. 58-70. Prensión del aductor.

A pesar de la especialización evidente de los diferentes nervios del miembro superior, es muy curioso comprobar las que ofrece la cirugía de los **trasplantes tendinosos**. En caso de parálisis es posible desplazar la inserción terminal de un músculo intacto hacia la de un músculo paralizado, con un resultado funcional válido. Así, el trasplante de un músculo inervado por el mediano puede paliar la parálisis de un músculo inervado por el radial. Tal resultado exige una reeducación paciente e inteligente.

La acción del sistema nervioso es, pues, considerable en los movimientos de la mano, tan variados, tan precisos y a veces tan potentes. Existe a nivel de los **centros superiores del cerebro** una amplia zona que responde a los movimientos de la mano,



Fig. 58-69. Prensión a "plena mano".



Fig. 58-71. Prensión "de la pinza de ramas largas".



Fig. 58-72. Prensión "de la pinza de ramas curvas".

que los dirige en el plano motor. Esta zona asienta a nivel del **giro precentral**.

A veces se ha invocado la desigual importancia de esos centros a la derecha y a la izquierda, para explicar el hecho de que la mano derecha es, en general, más hábil y también más vigorosa que la izquierda. La integridad de las funciones motoras del sistema nervioso del miembro superior es la única condición del buen funcionamiento de la prensión. Si la mano es rica en músculos motores, su **sensibilidad** es también muy desarrollada. La función táctil de las extremidades digitales, la sensibilidad de las articulaciones, así como la de los músculos, intervienen en la noción del gesto para cumplir con la regulación exacta de ese gesto.

Anatomía de superficie

FORMAS EXTERIORES DEL ANTEBRAZO

El antebrazo tiene la forma de un cono, aplastado en la parte superior. Este aplastamiento es tanto más marcado cuanto más musculoso es el sujeto (véase **fig. 58-68**).

Puntos de referencia óseos

El **radio** y la **ulna [cúbito]** están cubiertos adelante y en su parte superior por los músculos. Abajo se destaca el proceso estiloides del radio. En la cara posterior, la ulna [cúbito] es superficial y se puede seguir su borde posterior que forma una cresta en *S* itálica, alargada verticalmente. Esta cresta termina en la **tuberosidad de la ulna**, que forma una importante saliente en la cara posteromedial de la articulación radiocarpiana.

Relieves musculares

Cara anterior. Está marcada por dos salientes laterales situadas en su parte superior, las de los músculos epicondíleos mediales (pronador redondo, músculos flexor radial del carpo y palmar largo con el flexor superficial). Lateralmente, el braquiorradial y el extensor radial largo del carpo forman una saliente insertada en la región del epicóndilo lateral. Abajo, los tendones aparecen: en sentido lateral, el tendón del braquiorradial y el del flexor radial del carpo delimitan un canal en el fondo del cual se siente latir la arteria radial: es el **canal del pulso**. La flexión de la mano sobre el antebrazo evidencia la saliente del tendón del flexor radial del carpo y del palmar largo. Medialmente, el tendón del flexor ulnar [cubital] del carpo se percibe netamente, asimismo, en sentido proximal a su inserción en el pisiforme.

Cara posterior. Todos los músculos situados medialmente a la cresta de la ulna [cúbito] pertenecen a la musculatura anterior. Todos los músculos situados lateralmente comprenden a músculos de la cara posterior del antebrazo, que forman una masa indivisa en la parte superior, pero que se separan unos de otros con la saliente de algunos de sus tendones en la vecindad de la articulación radiocarpiana.

FORMAS EXTERIORES DE LA ARTICULACIÓN RADIOCARPIANA

Une el antebrazo a la mano. Ensanchada en sentido transversal, está limitada hacia abajo por las salientes de los músculos de las eminencias tenar e hipotenar. Su cara anterior está marcada por varios pliegues de flexión (véanse **figs. 58-68** y **58-69**).

Puntos de referencia óseos

Están constituidos por los procesos estiloides del radio y de la ulna [cúbito]. La **estiloides ulnar** está ubicada medialmente y detrás del tendón del flexor ulnar [cubital] del carpo. La **estiloides radial** desciende, aproximadamente, **1 cm más abajo** que la **estiloides ulnar**. Atrás, las caras posteriores del radio y de la ulna son fáciles de palpar (**fig. 58-74**).

Relieves tendinosos

Están ocultos, adelante, por el retináculo flexor, pero lateralmente y por atrás se pueden percibir los tendones de los músculos extensores radial largo y corto del carpo y los tendones extensores de los dedos a su salida de los túneles osteofibrosos que los aplican a la cara posterior del radio. Lateralmente se ven, colocando el pulgar en abducción forzada, tenderse los tendones que delimitan la **tabaquera anatómica**: el abductor largo y el extensor corto del pulgar, en sentido lateral; el extensor largo del pulgar, en sentido medial. En el fondo de la tabaquera anatómica se



Fig. 58-73. Caras palmar y dorsal de la mano y de los dedos.

siente latir la arteria radial y se percibe el plano resistente formado por el escafoides y el trapecio.

FORMAS EXTERIORES DE LA MANO

La mano presenta formas muy variadas: largas, cortas, gordas, delgadas, anchas, estrechas, etc. Se prolonga por los dedos y comprende una cara anterior o **palma** y una cara posterior o **dorso de la mano** (**figs. 58-68** y **58-73**).

Palma (cara volar)

Está deprimida en su centro y limitada lateralmente por la **eminencia tenar**, que responde a la base del pulgar, la que está limitada en sentido medial por un surco oblicuo, el **surco de oposición del pulgar**. Medialmente, se encuentra la saliente de la **eminencia hipotenar**, que es paralela al borde medial de la mano. Abajo está limitada por la **eminencia digitopalmar transversal**, señalada por los pliegues de la articulación de los dedos con la mano. Estos pliegues se encuentran a 1,5 cm por debajo de la línea interósea articular metacarpofalángica.

La palma es notable por el espesor de los tegumentos que la cubren, aunque esta piel sea más delgada a nivel de las eminencias tenar e hipotenar. Está atravesada por numerosos pliegues, de los cuales los principales son:

- El pliegue superior o de oposición del pulgar.
- El pliegue medio o pliegue de flexión de los cuatro últimos dedos.
- El pliegue inferior o pliegue de flexión de los tres últimos dedos.

El aspecto de la palma puede ser modificado por callosidades, muy frecuentes en los trabajadores manuales, o por el gran desarrollo de la musculatura del pulgar o de la eminencia hipotenar, así como por la atrofia de esos músculos, lo que ocasiona el aplastamiento de la palma (mano de mono, mano simia).

Dorso de la mano

Convexo de adelante hacia atrás y transversalmente, el dorso de la mano está cubierto por una piel fina y móvil, bajo la cual se encuentran numerosas venas.



Fig. 58-74. Radiografía dorsopalmar (de frente) de la mano derecha.

Se pueden palpar las cabezas de los cuatro últimos metacarpianos, que se hacen salientes cuando los dedos están flexionados. Estos se pueden percibir en casi toda su longitud.

El metacarpiano del pulgar, cubierto por el tendón del extensor largo, se percibe fácilmente en la parte lateral del dorso de la mano.

El dorso de la mano deja, asimismo, percibir la saliente de los tendones extensores de los dedos y del carpo. Entre ellos, los espacios interóseos son poco salientes, excepto el primero, que forma un relieve muy marcado cuando el pulgar está apretado contra el índice.

Dedos

Se debe diferenciar la cara palmar de la cara dorsal de los dedos:

- En la **cara palmar**, la piel es muy espesa, recorrida por pequeños surcos gracias a los cuales se pueden obtener las **impresiones digitales** en el pulpejo. En ella no se observan formaciones pilosas.
- En la **cara dorsal**, por el contrario, la piel es delgada, marcada por pliegues transversales y presenta un desarrollo piloso variable.

En la extremidad de cada dedo hay una uña, cuya forma varía mucho de una persona a otra.

Arterias del miembro superior 59

El eje arterial del miembro superior, continuación de la arteria subclavia, atraviesa la región de la axila y se sitúa inmediatamente en la cara anterior del miembro (plano de flexión). De él se originan ramas colaterales para las regiones anterior y posterior del brazo, del antebrazo y de la mano. A nivel de las articulaciones, un sistema de anastomosis reúne las diferentes arterias de los distintos segmentos del miembro superior. Se describen de manera sucesiva: la arteria axilar, la arteria braquial, la arteria radial y la arteria ulnar [cubital].

ARTERIA AXILAR

Generalidades

La arteria axilar, continuación de la arteria subclavia, se extiende desde la **mitad de la cara inferior de la clavícula** hasta el **borde inferior del músculo pectoral mayor**, desde donde se continúa hacia el brazo como arteria braquial. En su recorrido constituye el eje de la fosa axilar.

Su trayecto es oblicuo hacia abajo y en sentido lateral, cuando el miembro superior está situado en posición anatómica, pero cambia de acuerdo con las diversas posiciones del brazo.

La arteria axilar es una arteria voluminosa: tiene 8 a 10 mm de diámetro en el adulto. Su anatomía es muy constante, excepto en casos de división muy alta en las arterias radial y ulnar [cubital], que ocasiona la ausencia de la arteria braquial.

Relaciones

Se las estudia: en el origen; con las paredes de la fosa axilar; con los elementos satélites que la acompañan (**figs. 59-1** y **59-2**).

En el origen. La arteria ocupa un desfiladero abierto hacia abajo y lateral, limitado: adelante y en sentido superolateral, por la cara inferior de la clavícula tapizada por el músculo subclavio contenido en su vaina. Atrás, y en sentido inferomedial, por el plano del 1.er espacio intercostal y de la 1.ª digitación del serrato anterior del cual la arteria se aleja en la elevación del brazo. La arteria está acompañada **anteromedialmente** por la gruesa **vena axilar**, y **posterolateralmente**, por los tres fascículos del **plexo braquial**: fascículo medial, fascículo lateral y fascículo posterior.

Con las paredes de la fosa axilar. Adquiere relaciones de interés.

A. Pared posterior: a su entrada en la región, la arteria queda a distancia del músculo subescapular. En sentido lateral, se acerca a este músculo en forma casi inmediatamente medial al relieve de la cabeza del húmero. Más lateral y abajo, la pared posterior está constituida por el redondo mayor y el dorsal ancho. La arteria pasa aquí frente al espacio triangular de los músculos redondos, que la cabeza larga del tríceps divide en:

- **Espacio axilar lateral**, por donde pasan los vasos circunflejos humerales posteriores y el nervio axilar.
- **Espacio axilar medial**, la parte medial del espacio triangular de los músculos redondos, por donde pasa la arteria circunfleja escapular.
- **Espacio axilar inferior**, por donde transcurren el nervio radial y la arteria braquial profunda.

B. Pared lateral: es la menos extensa de las paredes de la axila. Está formada por el músculo coracobraquial. La arteria se acerca de manera progresiva a la pared lateral para situarse medialmente al coracobraquial, músculo satélite de la arteria, por delante y debajo de la articulación glenohumeral.

C. Pared medial: está constituida por las costillas superiores, sobre las cuales se insertan las digitaciones del músculo serrato anterior. La arteria subclavia se relaciona con la cara lateral de este músculo, del que se aleja en el movimiento de abducción y tanto más cuanto más pronunciado es este.

D. Pared anterior: la arteria está aplicada a ella en toda su extensión, desde la clavícula hasta el borde inferior del pectoral mayor. Está constituida por un plano superficial formado por el pectoral mayor, otro profundo constituido por el pectoral menor prolongado arriba por el músculo subclavio y la fascia clavipectoral y abajo por el ligamento suspensor de la axila. El pectoral menor, dirigido lateralmente y arriba, cruza a la arteria aplicada a su cara profunda casi en ángulo recto, lo que permite distinguir tres segmentos: uno por encima, uno por detrás y otro por debajo del músculo pectoral menor. En este último segmento, la arteria se acerca más a los planos superficiales.

Con los órganos satélites. La arteria axilar constituye, junto con la vena axilar y los fascículos del plexo braquial y sus ramos y con los elementos linfáticos, el eje vasculonervioso axilar.

A. Vena axilar: es voluminosa, se la puede encontrar única o duplicada por una vena colateral. Situada adelante y medial a la arteria, recibe numerosas venas satélites de las colaterales arteriales y, además, la vena cefálica que desde el surco deltopectoral se profundiza perforando la fascia clavipectoral para terminar en la vena axilar, cruzando la cara anterior de la arteria cerca de la clavícula.

B. Ramos del plexo braquial: adoptan una disposición que cambia, de arriba hacia abajo:

- Por **encima del pectoral menor:** delante de la arteria axilar se encuentran dos nervios colaterales del plexo braquial, el nervio pectoral lateral y el nervio pectoral medial, entre la arteria y la vena. Una comunicación transversal los une y pasa por **delante de la arteria**, y cruzando su cara anterior abraza en su concavidad a la arteria toracoacromial: **asa de los pectorales**. También se observan: el nervio subescapular superior y el nervio torácico largo, que descienden debajo de la clavícula con los fascículos

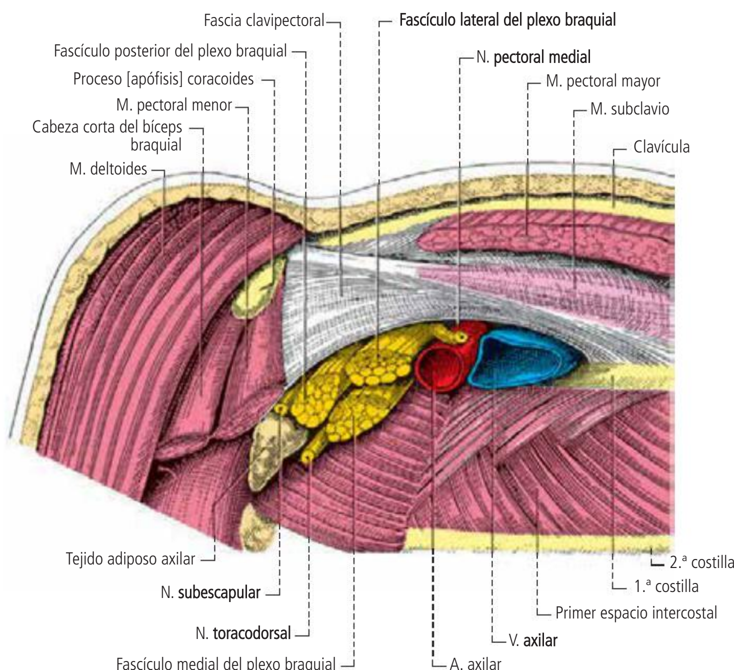


Fig. 59-1. Eje vasculonervioso a la entrada de la fosa axilar.

del plexo. Por otra parte, el nervio subescapular inferior y el nervio toracodorsal que se originan en el fascículo posterior están situados por detrás de la arteria en un tejido conectivo denso que rodea los fascículos del plexo braquial.

– Por **detrás del pectoral menor**: la arteria es el órgano principal de la fosa axilar. Alcanza al subescapular levantado por la cabeza humeral (relación de importancia en las luxaciones anteromediales de la cabeza humeral). Los fascículos del plexo contraen importantes relaciones con la arteria. El **fascículo posterior** queda siempre por detrás de esta, a la que hay que rebatir para observarlos. El **fascículo medial**, que pasando por debajo de la arteria se ha situado en sentido medial, cruza ahora en diagonal la cara anterior de la arteria para alcanzar al **fascículo lateral**, formando así la **horquilla del nervio mediano**, en contacto con la arteria, que le envía una pequeña rama. La unión de ambos fascículos se hace hacia la cara lateral de la arteria. El **nervio musculocutáneo**, originado del fascículo lateral, se aleja hacia abajo y lateralmente de la arteria. El **nervio ulnar [cubital]**, el **nervio cutáneo antebraquial medial** y el **nervio cutáneo braquial medial** que se originan del fascículo medial están situados abajo y medialmente a ella.

– Por **debajo del pectoral menor**: la arteria está cubierta por el ligamento suspensorio de la axila; esta porción se extiende hasta el borde inferior del tendón del pectoral mayor. Constituye la parte más larga y accesible de la arteria axilar. Se relaciona con la parte lateral de la pared posterior. El **músculo coracobraquial** se aproxima de manera progresiva a la arteria para tender a insinuarse por delante (punto de referencia de interés). La vena axilar es medial con respecto a ella. La vena braquial lateral la cruza por delante para terminar en la cara anterior de la vena axilar. Los ramos nerviosos se expanden en abanico. El **nervio axilar** se dirige al espacio axilar lateral. El **nervio radial** desciende detrás de la arteria para llegar al espacio axilar inferior. El **nervio ulnar [cubital]** se desliza entre la arteria y la vena para pasar por arriba del tabique intermuscular y penetrar en la región posterior del brazo. El nervio cutáneo antebraquial medial se sitúa adelante y medialmente a la arteria, a la que sigue en sentido medial el nervio cutáneo braquial medial. El nervio mediano es el nervio satélite de la arteria, se sitúa por delante de ella, medialmente al borde medial del músculo coracobraquial. El nervio mediano permanece fiel a la arteria.

C. Linfáticos: son prevenosos, con un grupo braquial, un grupo intermedio y un grupo subclavicular. Los otros grupos de nodos linfáticos de la axila quedan distantes de la arteria.

Ramas colaterales

Son muy variables por su número, volumen y trayecto. Arteriolas en número variable se originan de la cara anterior de la arteria para la pared torácica y para los músculos pectorales y tegumentos.

1. **Arteria torácica superior** (variable).

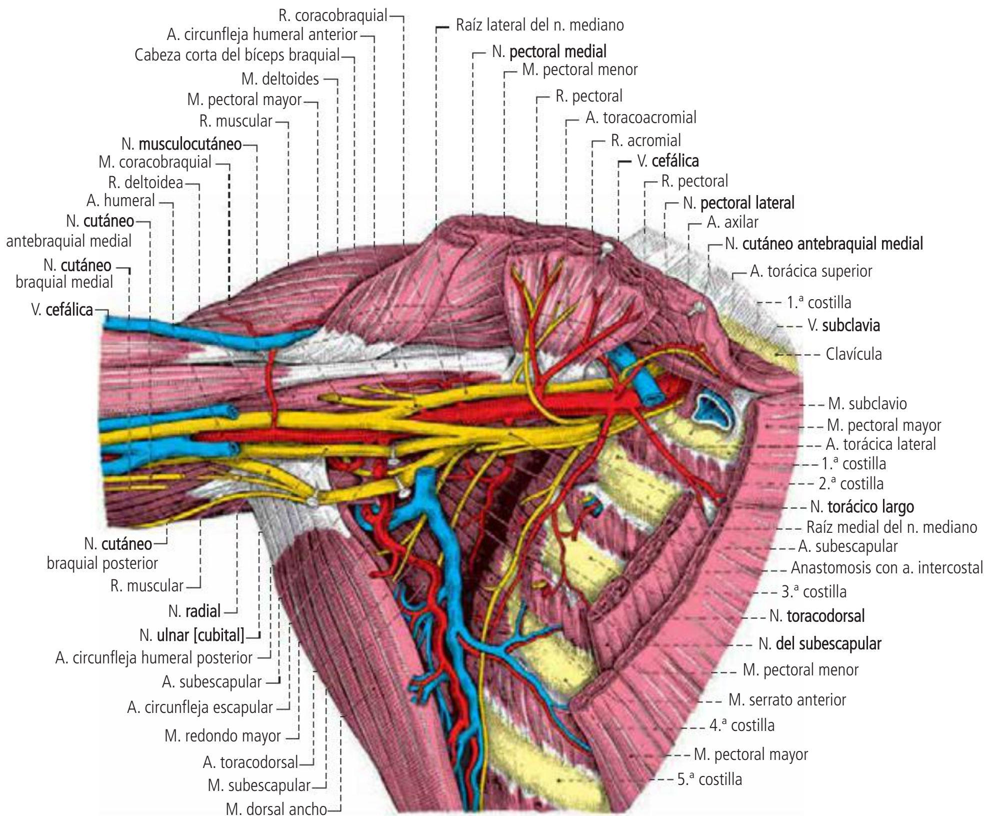


Fig. 59-2. **Vasos y nervios de la fosa axilar derecha.**

2. **Arteria toracoacromial** [acromiotorácica] (**fig. 59-2**): se origina por encima del pectoral menor, o detrás de este músculo, desde la cara anterior de la arteria axilar. Atraviesa la fascia clavipectoral y se divide en:

   – **Ramas pectorales:** se distribuyen entre los pectorales y se anastomosan con la 1.ª intercostal y con ramas de la torácica interna.
   – **Rama acromial:** se dirige lateralmente para penetrar en el deltoides, pero antes de profundizarse en él origina la **rama deltoidea**, que desciende por el surco deltopectoral, paralela a la vena cefálica, y termina en el músculo.

3. **Arteria torácica lateral** [mamaria externa] (**fig. 59-2**): se origina de la axilar por detrás del pectoral menor. Oblicua abajo, anteromedialmente entre el pectoral menor y el serrato anterior, sigue la pared medial de la fosa axilar dando colaterales a los nodos linfáticos, a los músculos entre los que transcurre, a los intercostales, a la glándula mamaria y a la piel. Se anastomosa con ramas perforantes de las arterias intercostales.

4. **Arteria subescapular** [escapular inferior] (**figs. 59-2** y **59-4**): es la más voluminosa de las colaterales de la axilar. Se origina cuando esta arteria cruza el borde inferior del músculo subescapular. Se dirige hacia abajo y lateralmente, cruzando al nervio toracodorsal. Da ramas al músculo subescapular y termina en dos ramas:

   A. **Arteria toracodorsal:** desciende entre los fascículos inferiores del serrato anterior y del dorsal ancho, dando ramas a estos músculos. Algunas llegan al redondo mayor, a los intercostales y a la piel anterolateral del tórax.
   B. **Arteria circunfleja escapular:** oblicua abajo y atrás, penetra en el espacio axilar medial y se divide en el borde axilar de la escápula en tres ramas:
      – **Anterior**, se distribuye en el músculo subescapular.
      – **Posterior**, se ramifica en la cara profunda del infraespinoso y se anastomosa con ramas infraespinosas de la arteria supraescapular.
      – **Descendente**, sigue el borde lateral de la escápula hasta el ángulo inferior y se anastomosa con la arteria toracodorsal que acabamos de describir y con las terminales de la arteria dorsal de la escápula.

5. **Tronco de las circunflejas** (**fig. 59-2**): cuando existe, es muy corto y se dirige hacia atrás, originando las arterias circunflejas anterior y posterior.

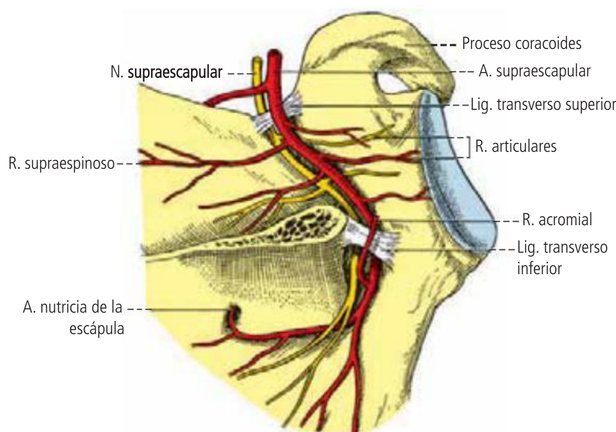


Fig. 59-3. La arteria y el nervio supraescapular.

A. **Arteria circunfleja humeral anterior:** cuando se origina directamente de la axilar, lo hace de la cara lateral de la arteria a nivel del borde inferior del músculo subescapular. Se dirige en sentido lateral, pasa por la parte anterior del cuello quirúrgico del húmero, profundo al coracobraquial y a la porción corta del bíceps braquial, a los que irriga, y al llegar al surco intertubercular se divide en una **rama ascendente**, que se sitúa en el surco y da ramas a la cabeza del húmero y a la cápsula articular, y una **rama lateral**, que penetra debajo del deltoides y se anastomosa con la otra circunfleja en el cuello quirúrgico del húmero.

B. **Arteria circunfleja humeral posterior** (**fig. 59-4**): se origina en la cara posterior de la arteria axilar. Junto con el nervio axilar, se dirige hacia atrás y lateralmente, penetra

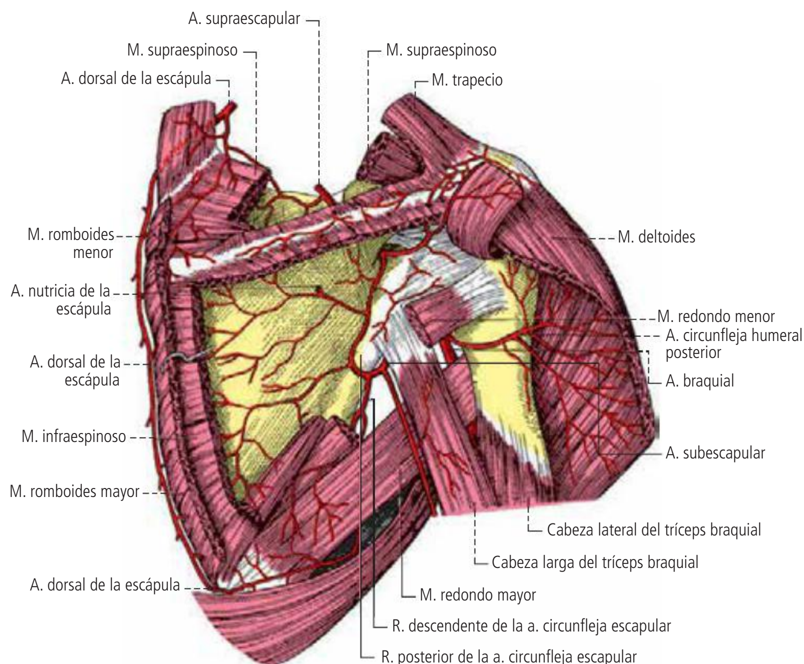


Fig. 59-4. Trayecto y distribución de las arterias supraescapular y dorsal de la escápula, vista posterior.

en el espacio axilar lateral, llega a la cara profunda del deltoides, al que irriga, y se anastomosa con la arteria circunfleja humeral anterior, alrededor del cuello quirúrgico del húmero, donde describe una curva larga. Da ramas, además, a los músculos de la vecindad, otras a la articulación escapulohumeral y a los tegumentos.

Anastomosis

El territorio de la arteria axilar está anastomosado al territorio de la subclavia y de la braquial por múltiples vías que se distinguen en cortas y largas (Massé).

Las **vías cortas** se hacen:

- En la piel y en la tela subcutánea.
- Entre la circunfleja humeral posterior y la braquial profunda. Se trata de una anastomosis que cursa dentro de la cabeza larga del tríceps o en la cara superficial del músculo.

Las **vías largas** son:

- Anastomosis entre la dorsal de la escápula y la subescapular en la cara profunda del infraespinoso, cerca del ángulo inferior de la escápula.
- Anastomosis entre la supraescapular y la rama acromial de la toracoacromial.
- Anastomosis entre la torácica lateral, la toracodorsal y la toracoacromial por un lado, y las parietales de las intercostales y de la torácica interna por el otro.
- Redes periósticas en las fosas supraespinosa e infraespinosa.
- En la articulación glenohumeral, las dos circunflejas braquiales se unen con arteriolas procedentes de la braquial.
- Las arterias de los nervios tendrían, según Massé, acción efectiva en el restablecimiento definitivo de la circulación, después de una obliteración, lo mismo que los *vasa vasorum*.

En el ser vivo

Exploración. La arteria axilar se encuentra situada profundamente, de tal manera que no se pueden percibir sus pulsaciones, salvo en la parte inferior de la fosa axilar, por detrás del pectoral mayor. La arteriografía (por vía subclavia) permite observar el trayecto de la arteria y de sus ramas.

Abordaje. La exposición del trayecto completo de la arteria obliga a suprimir el obstáculo constituido por el pectoral mayor y el menor. Ambos se resecan en algunas operaciones por cáncer de mama y además se extirpan todos los nodos linfáticos. Abordajes limitados pueden exponer a la arteria, sea debajo de la clavícula o en su parte inferior, en relación con el músculo coracobraquial.

Ligadura. No existe punto particularmente crítico para la ligadura de la arteria, pero la calidad de sus anastomosis dirige el restablecimiento de una circulación eficaz en el miembro superior. Lamentablemente, muy a menudo, estas anastomosis son de carácter precario. En caso de herida de la arteria, su reconstitución por un injerto es preferible a la simple ligadura.

ARTERIA BRAQUIAL [HUMERAL]

Generalidades

Continúa directamente a la arteria axilar (**fig. 59-5**), a partir del borde inferior del pectoral mayor (límite teórico). Sensiblemente rectilínea, desciende en sentido vertical por la cara anteromedial del brazo. En la fosa del codo se inclina algo lateralmente y termina bifurcándose en las **arterias radial** y **ulnar [cubital]**, aproximadamente a 4 cm por debajo de la interlínea articular del codo. Su trayecto se proyecta por una línea que se extiende del vértice de la axila al medio de la fosa del codo. Sus variaciones son bastante frecuentes (Mac Cormack). Se deben recordar:

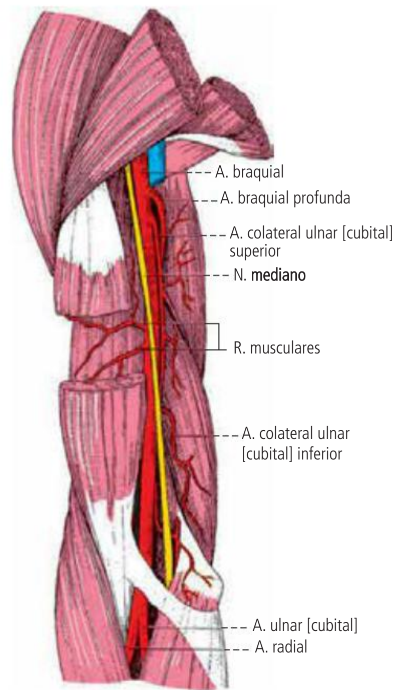


Fig. 59-5. Arterias del brazo, vista anterior.

- La bifurcación alta de la arteria, en este caso la arteria radial, continúa habitualmente el trayecto normal de la braquial.
- La presencia de la arteria braquial superficial, con un trayecto subcutáneo, puede ser motivo de accidentes si se la confunde con una vena de la fosa del codo y se la punza erróneamente.

Relaciones

Se las estudia en el brazo y en la fosa del codo.

Relaciones de la braquial en el brazo

Marco musculofascial (**figs. 59-5** a **59-7**). Constituye el **canal braquial** [de Cruveilhier], limitado:

- Medialmente, por la fascia del brazo.
- Atrás y proximal, por la porción medial de la cabeza medial del tríceps braquial, tapizada por el tabique intermuscular medial. Más abajo, la arteria se aplica a la cara anterior del músculo braquial.

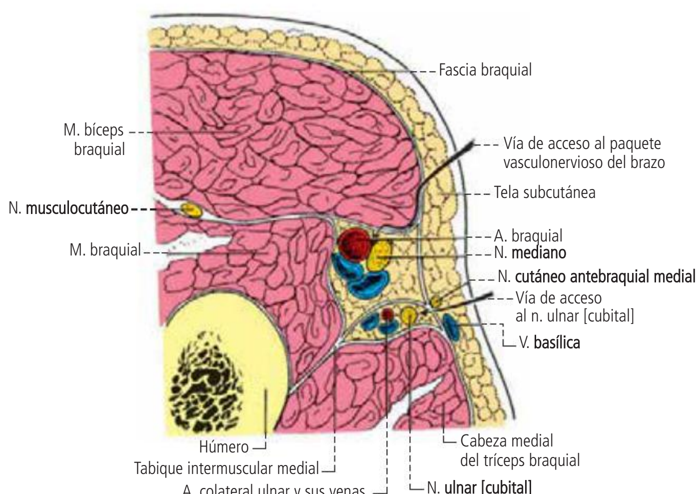


Fig. 59-6. Parte medial de un corte transversal del tercio medio del brazo derecho; segmento superior del corte, visto por su cara inferior.

– Lateralmente, por el coracobraquial, prolongado más abajo por el borde medial del bíceps braquial (músculo satélite de la arteria en el brazo), que forma con el braquial un surco donde se aloja la arteria.

Órganos satélites. Son las **venas braquiales**, una lateral y otra medial, anastomosadas entre sí alrededor de la arteria. El **nervio mediano** (**fig. 59-5**), al principio lateral a la arteria, cruza más a menudo por adelante, lateromedialmente en forma de X muy alargada, para situarse medial a ella en la parte inferior del brazo. El **nervio cutáneo antebraquial medial** sigue al principio el lado anteromedial de la braquial, a la que abandona para perforar la fascia y hacerse subcutáneo. El **nervio radial**, situado detrás de la arteria, se separa de ella para situarse en la región posterior del brazo en el surco para el nervio radial del húmero. El **nervio ulnar** [cubital], al principio es medial a la arteria, pero de inmediato lo separa de ella el tabique intermuscular medial, por encima del cual pasa para dirigirse a la región posterior del brazo. Vasos linfáticos: siguen hacia el grupo braquial de la axila con el eje braquial. No existen habitualmente nodos linfáticos en el brazo.

El eje vasculonervioso del brazo es superficial medialmente, pero subfascial (**figs. 59-5** y **59-7**). En el plano subcutáneo se hallan la vena basílica y el nervio cutáneo antebraquial medial. Este eje está separado del nervio ulnar [cubital] y de la arteria colateral ulnar [cubital] superior, situados en la región posterior del brazo, por el tabique intermuscular medial. Están separados del húmero por el músculo braquial, y rara vez resultan lesionados en las fracturas de la diáfisis humeral.

En la fosa del codo

La arteria está en el surco bicipital medial (**figs. 58-8** y **59-9**).
Marco musculofascial. Está formado:

– Lateralmente, por el tendón del bíceps braquial.
– Adelante, por su aponeurosis bicipital.
– Atrás, por el braquial.
– Medialmente, por la cabeza ulnar [cubital] del músculo pronador redondo.

Elementos satélites. Son siempre las dos **venas braquiales** y el **nervio mediano**, situado en sentido medial a la arteria, que penetra en el pronador redondo.

Aquí la arteria es **superficial**, separada de la piel por la aponeurosis bicipital, y de la articulación del codo, por el braquial. También está amenazada en las fracturas de la extremidad inferior del húmero.

Ramas colaterales

La arteria braquial proporciona (**fig. 59-5**):

– **Arterias musculares:** para el deltoides, el coracobraquial, las dos cabezas del bíceps braquial y el braquial.
– **Arteria nutricia del húmero:** se origina de la braquial o bien de una colateral.
– **Arteria braquial profunda:** que penetra por encima del tabique intermuscular medial en el espacio axilar inferior con el nervio radial y juntos cruzan la cara posterior de la diáfisis humeral de medial a lateral, atravesando la región posterior, donde irriga al tríceps braquial. Algo por encima del epicóndilo lateral, se divide en dos ramas terminales:
  A. Arteria colateral radial: desciende junto al nervio radial y llega al surco bicipital lateral, donde se anastomosa delante de la articulación humerorradial con la arteria recurrente radial, rama de la radial.
  B. Arteria colateral media: desciende por detrás del tabique intermuscular lateral y detrás del epicóndilo lateral, se anastomosa con la arteria interósea recurrente, rama de la

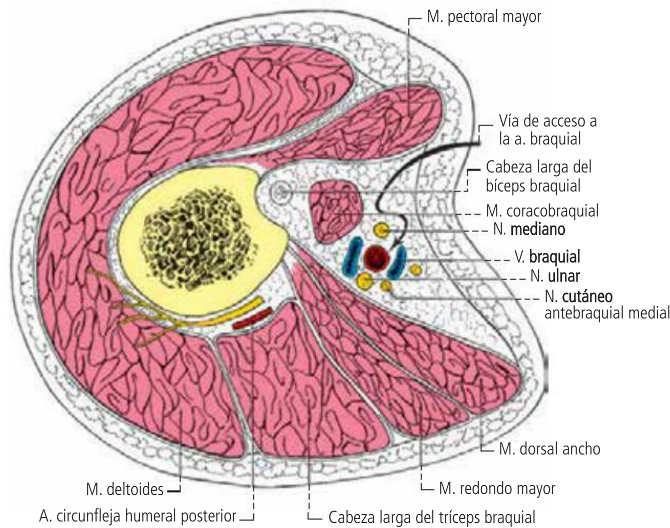


Fig. 59-7. **Corte transversal del brazo en el tercio superior, por arriba del tabique intermuscular medial.**

interósea posterior, y con la arteria colateral ulnar [cubital] inferior. Estas dos ramas se distribuyen en los músculos vecinos, en el periostio y en el hueso.

– **Arteria colateral ulnar [cubital] superior:** se origina en la parte superior del brazo (**fig. 59-5**). Oblicua hacia abajo y medial, perfora el tabique intermuscular medial, encuentra al nervio ulnar [cubital] en la región posterior, sigue a la cabeza medial del tríceps braquial, al que proporciona ramas, y en la cara posterior del codo se anastomosa con la rama posterior de la arteria recurrente ulnar [cubital].
– **Arteria colateral ulnar [cubital] inferior:** de menor diámetro que la precedente, se origina a dos o tres traveses de dedo por encima de la fosa del codo (**fig. 59-5**). Oblicua hacia abajo y medial, por detrás del nervio mediano, encima del epicóndilo medial se divide en una rama anterior, que se distribuye en el braquial y en los músculos del epicóndilo medial y se anastomosa

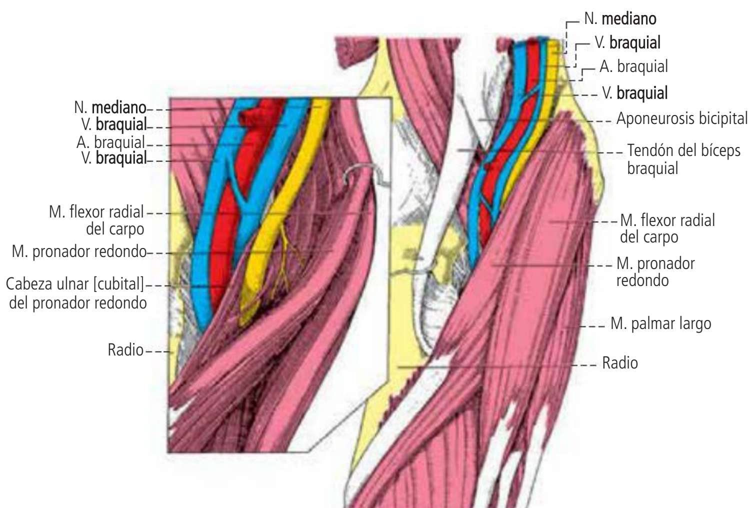


Fig. 59-8. **Músculo pronador redondo y su inervación.**

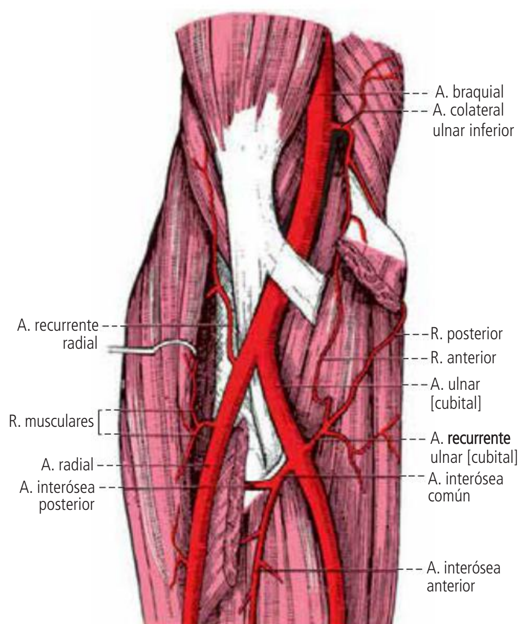


Fig. 59-9. Arterias de la región anterior del codo, vista anterior.

con la rama anterior de la arteria recurrente ulnar [cubital]. Otra rama, posterior, puede originarse directamente de la braquial, se distribuye en los músculos vecinos, en el periostio y en el hueso. Se anastomosa con la rama posterior de la arteria recurrente ulnar [cubital]. A través de una rama transversal profunda, que cursa entre la cara profunda del tríceps y la extremidad inferior del húmero, se anastomosa con la braquial profunda o con la interósea recurrente: anastomosis supraepicondílea del codo.

Diversas anastomosis unen la arteria braquial con la axilar (véase antes), la radial y la ulnar [cubital] por la red anastomótica del codo.

En el ser vivo

Exploración. La arteria es palpable en toda su extensión, sobre todo en la fosa del codo donde es habitual buscar sus pulsaciones durante la medición de la presión arterial.

Abordaje. Es fácil en todos los niveles, tomando como referencia el borde medial del bíceps braquial y de su tendón.

Ligadura. No ofrece ningún problema particular, excepto a nivel de la fosa del codo, donde el dispositivo anastomótico no tiene siempre la misma riqueza necesaria para el restablecimiento de una circulación arterial normal del antebrazo y de la mano.

ARTERIA RADIAL

Generalidades

Rama lateral de la bifurcación terminal de la arteria braquial (**fig. 59-10**), a la que parece continuar, se origina en la línea media de la fosa del codo a 4 cm aproximadamente por debajo de la interlínea articular. Su trayecto es primero oblicuo lateroinferior. Enseguida se vuelve vertical hasta el **canal del pulso**. La arteria contornea entonces la punta del proceso [apófisis] estiloi-

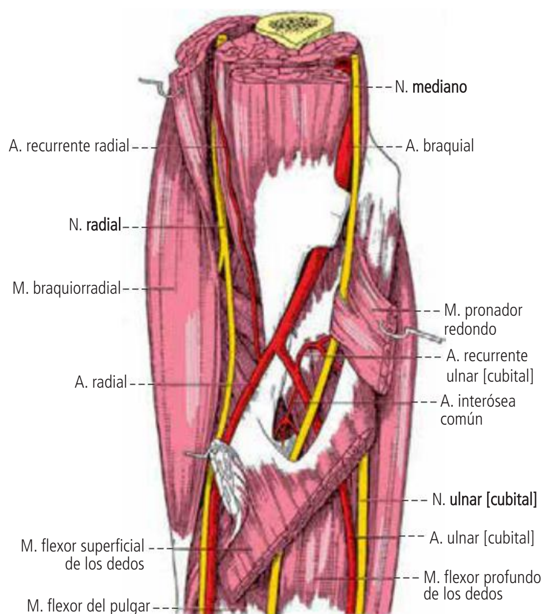


Fig. 59-10. Arterias radial y ulnar [cubital] en su origen (según Gregoire y Oberlin).

des radial y la cara lateral del carpo (en la tabaquera anatómica) para profundizarse en la cara dorsal del primer espacio interóseo. Aparece así en el plano profundo de la palma, donde se une a la **rama palmar profunda de la arteria ulnar [cubital]**, para formar el **arco palmar profundo**.

Su trayecto puede ser proyectado de manera superficial por una línea que una el medio de la fosa del codo al canal del pulso.

Sus variaciones obedecen a las de la arteria braquial: origen alto (braquial, hasta axilar), disposición superficial delante de los músculos (rara).

Relaciones

En el antebrazo

La arteria está alojada en un **canal muscular** formado (**fig. 59-11**):

- Lateralmente, por el músculo braquiorradial que la cubre en sentido proximal.
- Medialmente, por el pronador redondo al principio, luego por el músculo flexor radial del carpo.
- Atrás, responde de arriba hacia abajo a la cara anterior del radio, de la que está separada por el supinador, el pronador redondo, el flexor superficial de los dedos y el flexor corto del pulgar.

La arteria, acompañada por dos venas, se acerca al ramo superficial del nervio radial, situado lateralmente a ella en la parte media del antebrazo.

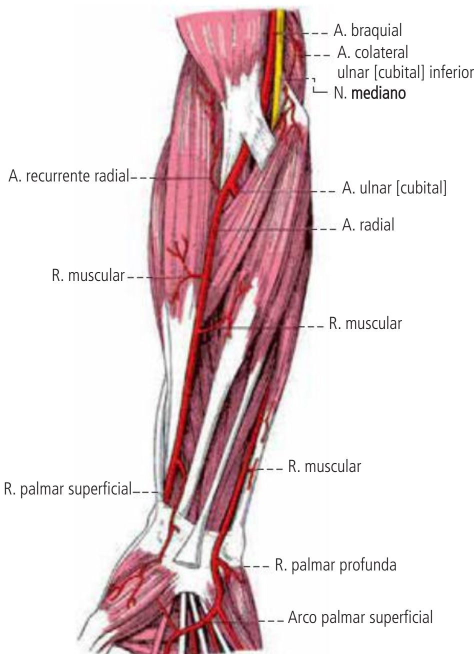


Fig. 59-11. Arterias del antebrazo, vista anterior.

En el **tercio inferior del antebrazo**, la arteria es subfascial y se halla entre los tendones del **músculo flexor radial del carpo**, medialmente, y del **músculo braquiorradial**, lateralmente. Está ubicada delante del radio, tapizado por el pronador cuadrado: es el **canal del pulso**, donde los latidos de la arteria, superficial y aplicada contra un plano resistente, se perciben fácilmente por palpación.

En la mano

Al nivel de la **articulación radiocarpiana** (**fig. 59-12**), la arteria cruza la cara profunda de los tendones del abductor largo, el extensor corto y el extensor largo del pulgar (**tabaquera anatómica**). Se aplica contra el ligamento colateral radial de la articulación radiocarpiana, sobre la cara dorsal del escafoides y luego sobre el trapecio. Sigue el borde lateral del tendón del extensor radial largo del carpo. Luego, pasa de la región dorsal a la región palmar, atravesando el espacio limitado por el 1.º y el 2.º metacarpianos por una parte, y las inserciones del músculo 1.er interóseo dorsal por otra. La arteria se desliza profundamente al músculo aductor del pulgar y aparece en la celda palmar profunda.

Ramas colaterales

En su trayecto, emite numerosas ramas:

- **Arteria recurrente radial** (**fig. 59-11**): se origina en el comienzo del trayecto de la arteria radial. Oblicua hacia arriba y lateralmente, asciende entre el músculo braquiorradial y el braquial. Sigue al nervio radial y a su ramo superficial. Se anastomosa delante del epicóndilo lateral con la arteria colateral radial, rama de la bifurcación anterior de la **arteria braquial profunda**.
- **Arterias musculares:** en la cara anterior del antebrazo, proporciona ramas para los músculos vecinos.
- **Rama carpiana palmar:** de diámetro pequeño, se dirige en sentido transverso-medial, siguiendo el borde inferior del pronador cuadrado. En la línea mediana se anastomosa con una arteria semejante de la arteria ulnar [cubital].
- **Rama palmar superficial** [radiopalmar]: originada a nivel de la articulación radiocarpiana, a la altura del proceso [apófisis] estiloides, desciende por delante del retináculo flexor, atraviesa las inserciones del **abductor corto del pulgar**, al que irriga, y penetra en la celda palmar media, donde se une a la **arteria ulnar [cubital]** para constituir el **arco palmar superficial**. Muy variable en su desarrollo, puede terminar en la eminencia tenar sin anastomosarse con la ulnar [cubital]; en este caso, el arco no existe.
- **Arteria principal del pulgar** (**fig. 59-12**): se origina en la tabaquera anatómica, desciende por la cara posterior del 1.er metacarpiano y luego por la falange proximal del pulgar.
- **Rama dorsal del carpo** (**fig. 59-13**): se separa de la radial en la tabaquera anatómica, se dirige transverso-medialmente por la cara dorsal del carpo y, en el borde medial, se anastomosa con una rama de la ulnar [cubital], formando el **arco dorsal del carpo**, que emite ramas ascendentes, delgadas y numerosas que se anastomosan con ramas de la **arteria interósea posterior**. Ramas descendentes hacia los dos o tres espacios interóseos: **arterias dorsales del metacarpo**, que en la extremidad proximal del espacio interóseo, a través de una arteria perforante, se anastomosan con el **arco palmar profundo** o con las metacarpianas palmares correspondien-

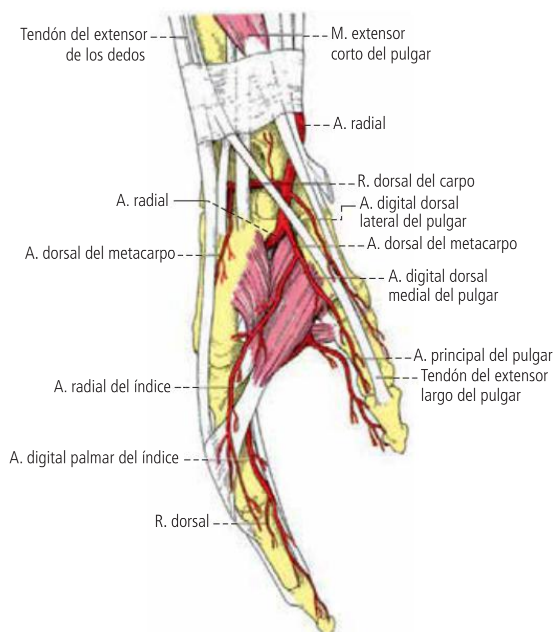


Fig. 59-12. Arteria radial en la tabaquera anatómica.

tes. Las arterias dorsales del metacarpo terminan en la cara dorsal de los dedos, pueden bifurcarse y dar las **digitales dorsales** o anastomosarse con las palmares. Pueden descender hasta la falange media o distal.

- **Arteria del borde medial:** originada de la parte medial del arco, se dirige al borde medial de la palma y continúa por el borde medial del 5.º dedo en forma variable hasta las falanges de éste.
- **Arteria metacarpiana dorsal del 1.er espacio:** se origina de la radial, cuando esta arteria se profundiza en la parte proximal del 1.er espacio interóseo. Presenta un recorrido corto en la cara dorsal y se bifurca en las digitales dorsales medial del pulgar y colateral del índice.

Anastomosis

Se realizan con:

- La **braquial**: por la recurrente radial y la arteria braquial profunda.
- La **ulnar [cubital]**: por las arterias transversas del carpo y los arcos palmares.

En el ser vivo

La arteria radial se palpa en el **canal del pulso**. La palpación del pulso es, tal vez, el gesto más antiguo y más corriente del examen médico. Da cuenta del ritmo y de la potencia de las contracciones cardíacas. Las anastomosis con la braquial, arriba, y con la ulnar [cubital], abajo, permiten la ligadura de la radial en todos los niveles. Antes de ligar o resecar la radial se realizan pruebas semiológicas de permeabilidad de esas anastomosis (prueba de Allen).

ARTERIA ULNAR [CUBITAL]

La arteria ulnar [cubital] se origina en la bifurcación terminal de la arteria braquial (**fig. 59-14**). Tiene una dirección oblicua medial, separándose de la arteria radial.

Trayecto

Su primera porción es oblicua y se dirige hacia abajo y en sentido medial. Pasa profunda al pronador redondo y superficial al tendón del músculo braquial. Llega al arco del flexor superficial, ubicándose por detrás de él junto con el nervio mediano, al que cruza por su cara profunda. Pasa cerca del borde medial del antebrazo, donde adopta una dirección sensiblemente vertical (**fig. 59-11**). La arteria luego se sitúa superficial al retináculo flexor, lateral al pisiforme, atraviesa la parte superior y medial de la eminencia hipotenar y llega al compartimento palmar medio, donde, anastomosándose con la rama palmar superficial de la radial, pasa a formar el **arco palmar superficial**.

Anomalías

La arteria puede originarse a nivel del brazo, entonces pasa algunas veces detrás de la articulación del codo, con el nervio ulnar [cubital]. Otras veces es superficial a los músculos, profunda a la fascia antebraquial.

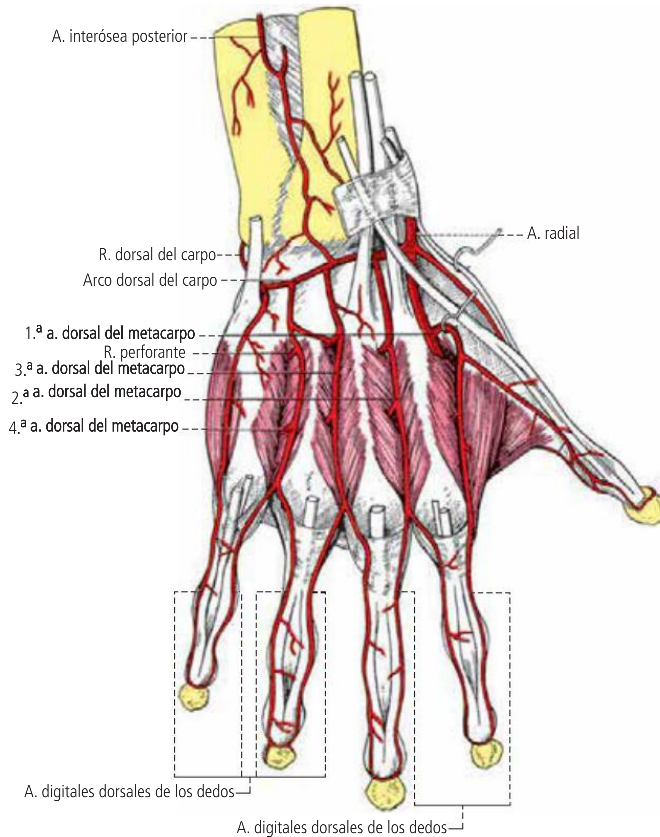


Fig. 59-13. Arterias de la cara dorsal de la mano.

Relaciones

En el antebrazo

La arteria presenta dos segmentos (**fig. 59-16**):

A. El **segmento superior** está situado profundamente, pasa por atrás y lateral a la cabeza ulnar [cubital] del pronador redondo. La arteria se ubica profunda al flexor superficial. Cruza al **nervio mediano**, que pasa por delante de ella. Está situada detrás de la masa muscular constituida por el flexor radial del carpo, el palmar largo y el flexor superficial de los dedos. Después de pasar el arco de este último músculo se sitúa en su fascia.

B. El **segmento medio e inferior**: la arteria se hace relativamente superficial y transcurre lateralmente entre el flexor ulnar [cubital] del carpo y el flexor superficial de los dedos. Más abajo se torna superficial entre el tendón del flexor ulnar [cubital] del carpo y los fascículos mediales del flexor superficial de los dedos delante del pronador cuadrado, cubierta por una doble lámina fascial (fascia superficial) y una lámina profunda procedente de la capa más o menos engrosada que se extiende por delante del flexor superficial de los dedos.

La arteria, acompañada por dos venas satélites, se relaciona: con el **nervio mediano**, medial arriba, que la cruza en forma de X por adelante para situarse lateralmente hasta la palma; con el **nervio ulnar [cubital]**, que desde el codo se le aproxima poco a poco a medida que desciende, la alcanza en la parte media del antebrazo, se adosa a su lado medialmente y ya no la abandona.

En la articulación radiocarpiana

El **eje vasculonervioso ulnar [cubital]** pasa por el **canal ulnar [cubital]** [canal de Guyon], limitado (**fig. 59-17**):

- Atrás, por el retináculo flexor.
- Medialmente, por la cara lateral del hueso pisiforme.
- Adelante, por una expansión fibrosa del tendón terminal del músculo flexor ulnar [cubital] del carpo.
- Lateralmente, por la continuación de las fibras precedentes en el retináculo flexor.

La arteria y el nervio ulnar llegan a la mano por **fuera del túnel carpiano**.

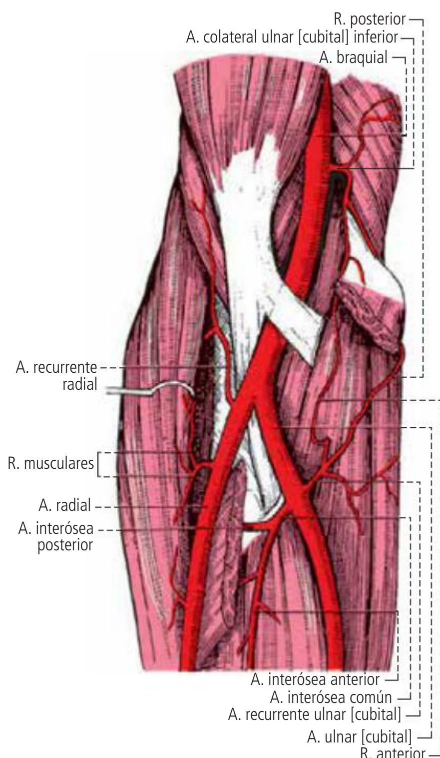


Fig. 59-14. Arterias de la región anterior del codo, vista anterior.

En la mano

Luego del **canal ulnar [cubital]**, la arteria comienza a describir su curva acompañada por el ramo superficial del nervio ulnar [cubital] (**fig. 59-17**). Está cubierta por el músculo palmar corto, aplicada al gancho del hueso ganchoso, y superficial a las inserciones del oponente y del flexor del meñique. Luego de cruzar el retináculo flexor, penetra en la celda palmar cubierta por la aponeurosis palmar y superficial a las vainas tendinosas de los flexores de los dedos. Describe una curva con concavidad superolateral, para anastomosarse con la rama palmar superficial de la radial y formar el **arco palmar superficial**.

Ramas colaterales

Son las siguientes:

– **Arteria recurrente ulnar [cubital]:** se origina por encima del arco del flexor superficial de los dedos. Se dirige transversal medialmente y se divide casi de inmediato en dos ramas:

A. **Rama anterior**, asciende, cruza al nervio mediano y se sitúa entre el pronador redondo y el braquial, a los que proporciona ramas. Se anastomosa delante del epicóndilo medial con la rama anterior de la colateral ulnar [cubital] inferior, rama de la arteria braquial.

B. **Rama posterior**, se profundiza por detrás del flexor superficial. Pasa entre las dos cabezas del músculo flexor ulnar [cubital] del carpo. Contornea la ulna [cúbito] y asciende para situarse en el canal entre el epicóndilo medial y el olécranon, junto con el nervio ulnar [cubital]. Por detrás del epicóndilo medial se anastomosa con la arteria colateral ulnar [cubital] superior y con la rama posterior de la arteria colateral ulnar [cubital] inferior. Proporciona ramas óseas y periósticas a los músculos epicondíleos mediales.

– **Arteria interósea común:** es corta, se dirige hacia abajo en sentido lateroposterior hasta alcanzar el borde superior de la membrana interósea para dividirse en: **interósea anterior** e **interósea posterior** (**figs. 59-14** y **59-15**).

A. **Arteria interósea anterior** (**fig. 59-18**): desciende verticalmente por delante de la membrana interósea en el intersticio entre el flexor profundo de los dedos, medialmente, y el flexor largo del pulgar, lateralmente. Está acompañada por el **nervio interóseo antebraquial anterior**, ramo del nervio mediano. Cuando llega al pronador cuadrado se desliza por detrás de él, dando una rama que se anastomosa con la rama palmar del carpo y otra que perfora la membrana interósea y termina en la cara dorsal de la articulación radiocarpiana, anastomosándose con el arco dorsal del carpo. Da colaterales musculares: mediales, laterales, posteriores y anteriores destinadas a

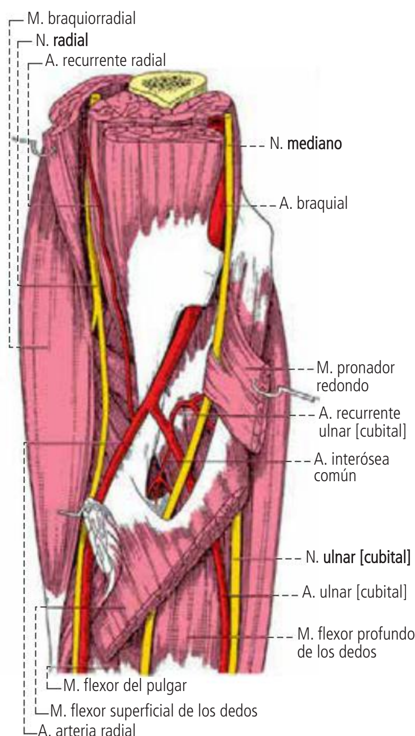


Fig. 59-15. Arterias radial y ulnar [cubital] en su origen (según Gregoire y Oberlin).

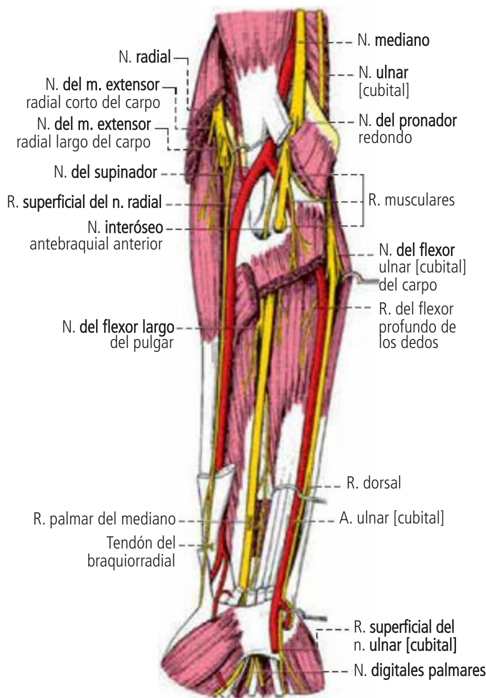


Fig. 59-16. Nervios del compartimiento anterior del antebrazo; arterias radial y ulnar [cubital].

los músculos vecinos. Entre estas ramas anteriores hay una que se dirige al nervio mediano: la **arteria satélite del nervio mediano**, que lo acompaña hasta el carpo.

B. Arteria interósea posterior (**fig. 59-13**): se dirige hacia el compartimentos posterior pasando por encima de la membrana interósea. Desciende entre los planos musculares superficial y profundo, y encuentra al **ramo profundo del nervio radial**, que emerge del músculo supinador. La arteria se dirige hacia la región carpiana, donde se anastomosa con ramas ascendentes del **arco dorsal del carpo** y con la rama perforante de la arteria interósea anterior. Cerca de su origen, da la **arteria interósea recurrente**, oblicua hacia arriba, pasa profunda a los músculos epicondíleos laterales y se anastomosa con la arteria colateral media, rama de bifurcación posterior de la arteria braquial profunda. La arteria irriga todos los músculos de la región posterior del antebrazo.

– **Ramos musculares:** numerosos y de pequeño calibre, se distribuyen en los músculos vecinos.
– **Rama dorsal del carpo** (**fig. 59-13**): se origina a nivel carpiano. Oblicua abajo, atrás y medialmente, contornea la cara medial de la ulna [cúbito], profunda al tendón del flexor ulnar del carpo, llega a la cara dorsal del carpo, donde se anastomosa con la rama de la radial para formar el arco dorsal del carpo.
– **Rama palmar del carpo** (**fig. 56-19**): se dirige transversal y lateralmente, sigue el borde inferior del pronador cuadrado y se anastomosa con una rama homóloga de la radial.
– **Rama palmar profunda** [cubitopalmar] (**fig. 56-19**): se origina a nivel o debajo del pisiforme y de inmediato se profundiza en la eminencia hipotenar, en cuyos músculos se distribuye. Es satélite del **ramo profundo del nervio ulnar [cubital]** y ambos llegan a la celda palmar profunda. Se anastomosa delante de los músculos interóseos con la arteria radial para formar el **arco palmar profundo**.

En el ser vivo

En gran parte de su recorrido, la arteria es profunda y sus latidos no se pueden percibir en ningún lugar de su trayecto. Su ligadura es posible en todos los niveles. La línea de ligadura se extiende desde la extremidad del epicóndilo medial hasta el borde lateral del pisiforme.

Red anastomótica del codo

Las arterias recurrentes, radial y ulnar [cubital], ascienden hacia la extremidad inferior del brazo, donde se anastomosan con ramas de la braquial y de la braquial profunda. El círculo arterial así constituido comprende:

– Un **círculo periepicondíleo medial** formado: adelante, por la rama anterior de la arteria recurrente ulnar [recurrente cubital anterior] y la colateral ulnar [cubital] inferior. Atrás, por la rama posterior de la arteria recurrente ulnar [recurrente cubital posterior] y la colateral ulnar [cubital] superior.
– Un **círculo periepicondíleo lateral** formado: adelante, por la recurrente radial y la colateral radial. Atrás, por la interósea recurrente [recurrente radial posterior] y la colateral media (rama de la a. braquial profunda) [colateral radial posterior].

La importancia de estos círculos arteriales es muy variable. Tienen, sin embargo, una acción eficaz en el restablecimiento de la circulación después de la ligadura o trombosis de la arteria braquial en la fosa del codo.

ARTERIAS DE LA MANO

Las anastomosis entre las arterias radial y ulnar [cubital] permiten distinguir dos **arcos palmares** y uno **dorsal**. A partir de ellos se originan colaterales; de esta, las más importantes son las **arterias digitales**.

Arcos palmares

Son dos: superficial y profundo.

Arco palmar superficial (**fig. 59-17**). Resulta de la anastomosis de la **arteria ulnar [cubital]** con la **arteria palmar superficial**, rama de la arteria radial en el compartimento palmar medio. Está situado superficial a los **tendones flexores superficiales de los dedos** y de su vaina sinovial y profundo a la **aponeurosis palmar**. Describe un trayecto ojival con convexidad inferior, que corresponde al espacio comprendido entre los pliegues palmares 1.º y 2.º. El arco está acompañado medialmente por el ramo superficial del nervio ulnar [cubital] y lateralmente lo cruzan los ramos terminales del nervio mediano.

De su convexidad se originan cuatro **arterias digitales** que se dirigen hacia los espacios interdigitales, por delante de los espacios interóseos del metacarpo, donde se dividen (excepto la más

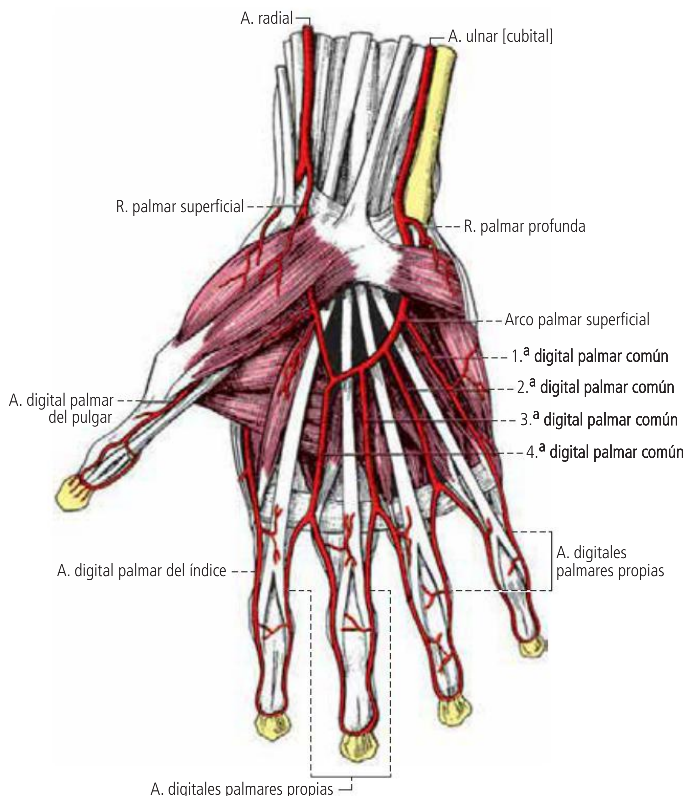


Fig. 59-17. Arco palmar superficial.

medial). En su trayecto proporcionan ramos a los lumbricales, los tendones de los flexores, los nervios y la piel de la región palmar.

- **A. 1.ª arteria digital palmar común**, oblicua abajo y medialmente, cruza al 5.º metacarpiano y forma la colateral medial del meñique.
- **B. 2.ª arteria digital palmar común**, se bifurca algo más abajo de las articulaciones metacarpofalángicas en: colateral digital palmar propia lateral del meñique y digital palmar propia medial del anular.
- **C. 3.ª arteria digital palmar común**, se bifurca en digital palmar propia lateral del anular y digital palmar propia medial del dedo medio.
- **D. 4.ª arteria digital palmar común**, da por bifurcación: la digital palmar propia lateral del dedo medio y la digital palmar propia medial del índice.

Puede existir una quinta arteria digital de la cual se originan: la digital palmar propia lateral del índice y la medial del pulgar, pero es más frecuente que esta proceda del arco palmar profundo o de la 1.ª interósea posterior.

Arco palmar profundo (**fig. 59-19**). Resulta de la anastomosis de la **arteria radial** con la **arteria palmar profunda**. Está situado en la celda palmar profunda, por delante del extremo superior de los metacarpianos y de los músculos interóseos, en relación con el **ramo profundo del nervio ulnar [cubital]**, detrás de los tendones flexores y de la fascia palmar profunda. Describe una curva cóncava hacia arriba y emite ramas:

- **Ascendentes:** que se originan de la concavidad y se distribuyen en el carpo.
- **Descendentes:** que proceden de la convexidad del arco. Son **arterias metacarpianas palmares**, una para cada espacio interóseo. Terminan anastomosándose con la arteria digital correspondiente; de ellas se originan ramas para los interóseos. La arteria intermetacarpiana del 1.er espacio es más voluminosa: irriga la cara palmar del pulgar y una parte del índice.
- **Perforantes:** se originan de la cara posterior del arco, atraviesan los espacios interóseos, excepto en el 1.er espacio, y, llegadas al dorso, se anastomosan con las metacarpianas dorsales. Pueden originarse de las metacarpianas palmares cerca de su origen.

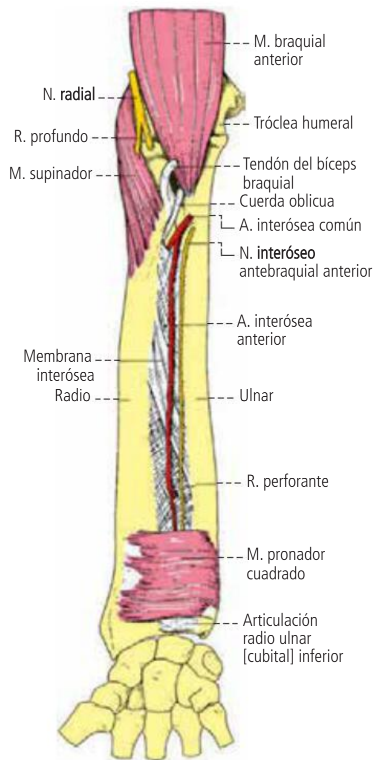


Fig. 59-18. Plano interóseo del compartimento anterior del antebrazo.

Arco dorsal

Es mucho menos voluminoso que el precedente, está situado en contacto con la primera fila del carpo profundo al plano de los tendones extensores (**fig. 59-20**). Origina arterias metacarpianas dorsales para los espacios 2.º, 3.º y 4.º, que se bifurcan en la raíz de los dedos. La metacarpiana dorsal del 1.er espacio es una colateral de la arteria radial. Por su concavidad origina ramas delgadas que se anastomosan con arterias procedentes de la interósea posterior.

Arterias de los dedos

Irrigan la piel y la tela subcutánea de los dedos (**figs. 59-17** y **59-19**). Son más voluminosas en la cara palmar.

Arterias digitales dorsales. Se expanden alrededor de la falange proximal, a la que no sobrepasan.

Arterias digitales palmares propias. También se denominan colaterales. Cada dedo dispone de dos colaterales, medial y lateral, originadas de arterias digitales diferentes, salvo en el pulgar y el meñique. Estas arterias se anastomosan entre sí en los tegumentos de los dedos. En la falange distal se anastomosan formando un arco de cuya convexidad se originan arterias para la región subungueal y arterias que aseguran al pulpejo una vascularización muy rica.

Las arterias de la mano, y en particular los arcos arteriales, tienen una disposición muy variable (Fracassi).

En el ser vivo

El acceso a los arcos palmares es bastante difícil, puesto que no se siente latir la arteria en la palma.

Las heridas de los dedos son siempre muy hemorrágicas. La vascularización de los dedos es muy sensible a la temperatura exterior. Depende de excitaciones nerviosas: su espasmo produce el síndrome de Raynaud. Su integridad puede verificarse por medio de la “termografía”.

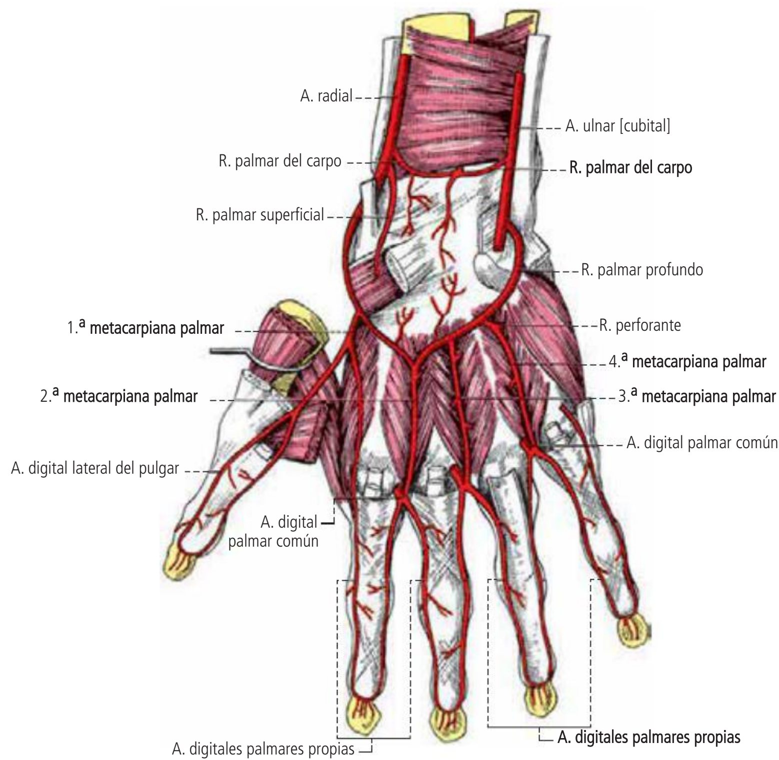


Fig. 59-19. Arco palmar profundo.

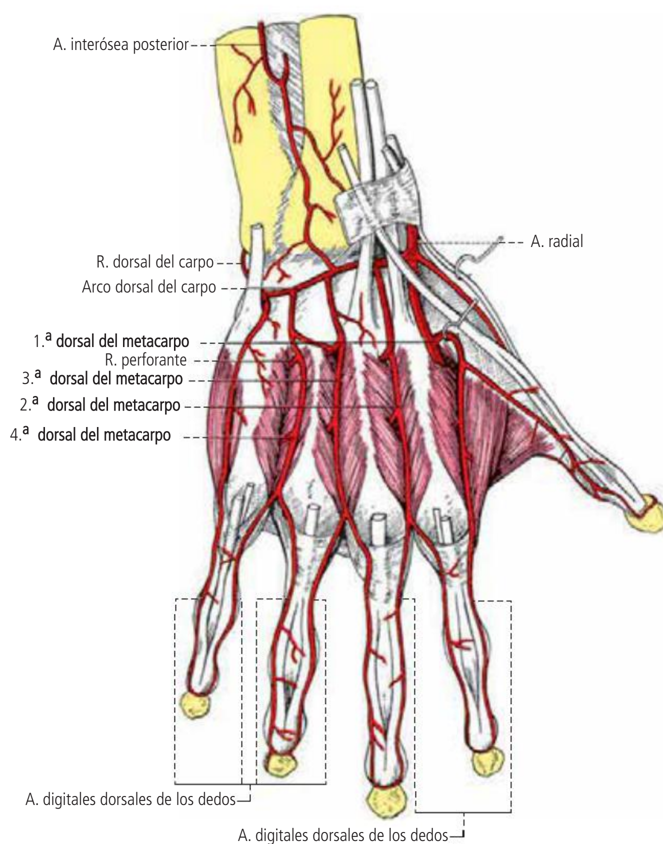


Fig. 59-20. **Arterias de la cara dorsal de la mano.**

60 Venas del miembro superior

Las venas del miembro superior comprenden:

- Una **red profunda**.
- Una **red superficial** muy desarrollada y utilizada a menudo para punciones o introducción de catéteres.
- Cierto número de **venas comunicantes** perforantes que unen estos sistemas.

Sus troncos longitudinales tienden a formar confluentes venosos a nivel de los espacios entre la raíz de los dedos (mano), del antebrazo, el brazo, la región y fosa axilar.

RED VENOSA PROFUNDA

Cada arteria del miembro superior dispone, en general, de dos venas satélites anastomosadas entre sí alrededor de la arteria.

Las venas colaterales acompañan a las arterias; por ello, ya conocidas las arterias, la descripción de las venas se simplifica.

Las venas profundas están anastomosadas con la red superficial por ramas perforantes avalvulares. Es frecuente observar, en la red profunda, canales venosos colaterales o de seguridad, que pueden adquirir un diámetro semejante al de la vena principal. Las válvulas en estas venas son más numerosas que en las venas de la red superficial. Así, existen: **venas profundas de la mano**, **del antebrazo** y **del brazo**.

En la **mano** existen dos venas metacarpianas para cada arteria homónima; dos **arcos venosos superficiales** y dos **profundos** que responden a los respectivos arcos arteriales. Estas venas se continúan, en parte, en las venas de sus arterias satélites. Así, el arco dorsal a la que llegan las venas intermetacarpianas termina en las venas del antebrazo.

En el **antebrazo** se ordenan en dos **venas radiales** y dos **venas ulnares [cubitales]**, a estas últimas llega, entre otras tributarias, la más considerable: el **tronco de las metacarpianas palmares** y **la vena dorsal de la mano**.

En el **brazo**, las dos venas braquiales se originan en el codo, según la forma en que se unen las dos radiales y las dos ulnares profundas, que darán origen a las venas braquial lateral y medial, unidas entre sí por anastomosis transversales. En la parte superior del brazo, ambas venas pueden unirse en un solo tronco: **braquial común**; cuando existe, es habitual observar un **conducto venoso colateral** que, en general, continúa a la braquial lateral. Además de las venas satélites de las arterias, la vena braquial recibe una vena procedente de la red superficial: la **vena basílica**.

Existen algunas excepciones al enunciado de que hay dos venas por arteria:

- Las arterias digitales propias de los dedos están desprovistas de venas satélites que les correspondan exactamente.
- La arteria más voluminosa, la axilar, posee solo una vena satélite.

RED VENOSA SUPERFICIAL

Las venas que la constituyen están situadas en la tela subcutánea, en vainas dependientes de esta; son, pues, epifasciales. Son venas solitarias, sin arterias satélites, están acompañadas por vasos linfáticos superficiales y en parte de su trayecto, por nervios cutáneos.

Comunican por medio de venas perforantes avalvuladas con la red venosa profunda.

Se las describe a partir de los dedos, ascendiendo hacia la raíz del miembro superior.

Venas superficiales de los dedos

A partir de un arco periungueal y de una red venosa del pulpejo, se identifican las venas digitales colaterales, en número de dos: una medial y otra lateral; ambas se anastomosan transversalmente en la cara dorsal del dedo (**fig. 60-1**). Estas venas llegan a la raíz del dedo, dorsal en relación con el eje vasculonervioso, y terminan en la red venosa del dorso de la mano.

Venas superficiales del dorso de la mano y de la palma

Forman un **plexo** situado en forma superficial respecto de los nervios del dorso de la mano, plexo cuya disposición es muy variable (**fig. 60-1**). Se reconocen, en general, tres venas intermetacarpianas dorsales, reunidas por un arco dorsal donde termina la casi totalidad de las venas de los dedos, excepto la de los bordes de la mano. En el borde medial transcurre la **5.ª vena metacarpiana** [salvatela], originada en el meñique. En el borde lateral del dorso de la mano, se reconoce la **vena cefálica del pulgar**, que drena las venas del pulgar y del borde lateral del dedo índice. Estas venas, enriquecidas por venas perforantes interóseas procedentes de la región palmar, llegan al borde ulnar [cubital] y al borde ulnar del antebrazo. Las venas de la palma son menos importantes que las del dorso de la mano. Más numerosas en las eminencias tenar e hipotenar, las laterales se anastomosan con la cefálica del pulgar, las mediales terminan en la vena metacarpiana del meñique. Las venas de la parte media convergen en la región carpiana para formar la **vena mediana del antebrazo**.

Venas superficiales del antebrazo

Las más importantes están situadas en la parte anterior y se describen tres venas (**fig. 60-2**):

A. Mediana del antebrazo: que asciende verticalmente desde la palma.

B. Cefálica del antebrazo: que continúa a la cefálica del pulgar y a la extremidad de la mano, se dirige en sentido superolateral en el dorso del antebrazo y pasa a la cara anterior, don-

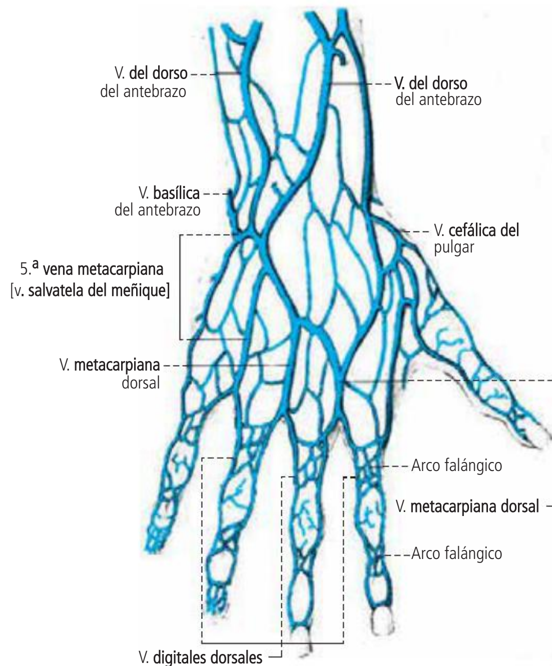


Fig. 60-1. Venas superficiales del dorso de la mano.

de continúa su trayecto ascendente para llegar al epicóndilo lateral y unirse a la mediana cefálica.

C. Basílica del antebrazo: comienza en el dorso de la región radiocarpiana, continúa a la 5.ª vena metacarpiana y recibe la extremidad medial del arco venoso del dorso de la mano, cruza el borde medial del antebrazo en su tercio distal y se sitúa en la cara anterior. Llega a la altura del epicóndilo medial, donde se une a la mediana basílica.

Estas tres venas constituyen tres ejes colectores principales del antebrazo, anastomosados entre sí.

Venas superficiales del codo

A este nivel se dibuja la **M venosa** del **pliegue del codo**: la vena mediana procedente del antebrazo recibe aquí una anastomosis constante de la red profunda, la **vena perforante o comunicante del codo**, y se bifurca en una rama lateral: la **vena mediana cefálica** y la **vena mediana del codo** (**fig. 60-2**). La primera se continúa como vena cefálica. La segunda se une a la vena basílica.

Venas superficiales del brazo

Se encuentran dos venas importantes (**fig. 60-3**):

A. Vena cefálica: asciende a lo largo de la superficie lateral del brazo, paralela al borde lateral del bíceps braquial, hasta la inserción humeral del deltoides, donde se inclina medialmente, alcanza el surco deltopectoral en compañía de la rama acromial de la arteria toracoacromial. Está cubierta por la continuación de la fascia del pectoral mayor con la del deltoides. Algo por debajo del medio de la clavícula, se sitúa en un **espacio triangular** de base clavicular producido por la separación del deltoides y el pectoral mayor. En este **triángulo deltopectoral**, la vena cefálica se profundiza, perfora de la superficie a la profundidad la fascia clavipectoral y termina en la vena axilar. En el curso de su trayecto se anastomosa con la basílica. Recibe venas del brazo, del hombro y, en su arco, la vena toracoacromial.

B. Vena basílica: sigue la cara medial del brazo, acompañada por el nervio cutáneo braquial medial. Perfora la fascia braquial a nivel de la mitad superior del brazo, para terminar en una vena braquial directamente o, por una disposición plexiforme, en la vena axilar.

VENA AXILAR

Resume el retorno venoso de las redes precedentes. Resulta de la unión de las dos venas braquiales o de la unión de la basílica con la braquial.

Sigue el trayecto de su arteria satélite, de la que comparte las relaciones con las paredes de la fosa axilar y con los nervios del plexo braquial. Está situada medialmente y algo por debajo de la arteria. Recibe aquí numerosos afluentes dispuestos como las ramas colaterales de la arteria axilar, de las que llevan el mismo nombre, y establece, como ellas, anastomosis con las venas del tórax y de la base del cuello.

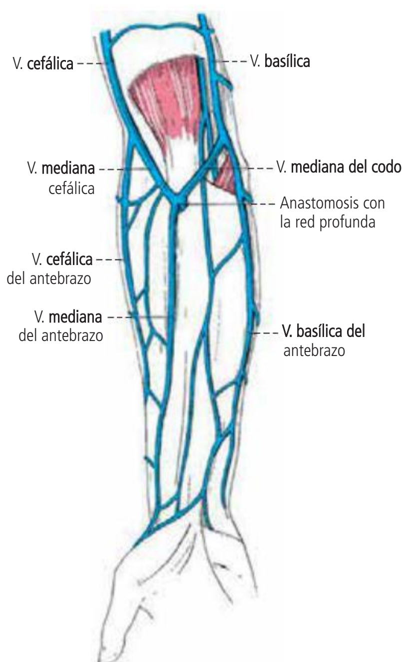


Fig. 60-2. Venas superficiales del antebrazo y del codo.

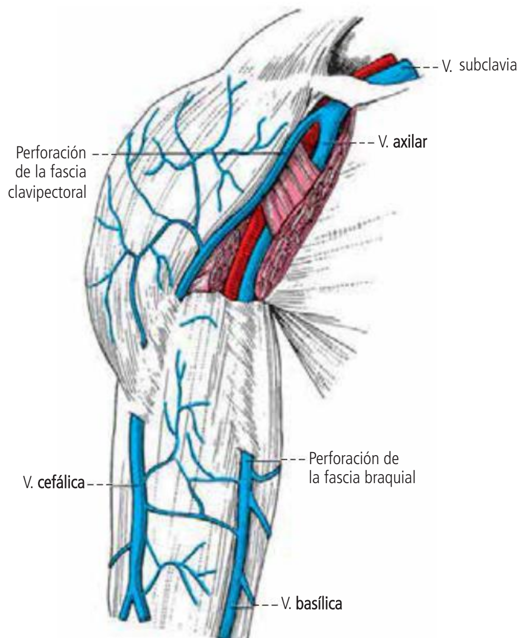


Fig. 60-3. Venas superficiales del brazo y del hombro.

Por sus anastomosis, la trombosis de la vena axilar no ocasiona necesariamente graves trastornos circulatorios en el miembro superior, a menos que la trombosis invada ramas colaterales. Las anastomosis no son, sin embargo, suficientes para drenar la sangre venosa del miembro hacia la vena cava inferior, por la vía de las venas intercostales y epigástricas, en caso de obliteración de la vena cava superior o de la **vena braquiocefálica**. En este caso, la dilatación de las colaterales superficiales de la pared torácica se hace aparente, dibujando la clásica red en "cabeza de medusa".

El **conducto venoso colateral** es un conducto, de volumen variable, constituido a expensas de una de las venas braquiales, a veces, de una vena braquial y de la basílica. Está situado lateralmente a la vena axilar y desemboca en esta a una altura variable.

ANASTOMOSIS ENTRE LAS REDES VENOSAS SUPERFICIAL Y PROFUNDA

Las venas superficiales, venas primitivas del embrión, son las únicas que durante un período drenan la sangre venosa, recibiendo las venas profundas. Con el desarrollo de las masas musculares, las venas profundas crecen en importancia y terminan por constituir la vía principal en la raíz del miembro. En la mano, el tipo fetal persiste toda la vida: las venas superficiales son las dominantes. En el antebrazo parece existir cierta equivalencia. En el brazo y en el hombro, las venas profundas son las vías principales. Sin embargo, podría aceptarse una equivalencia con cierto predominio de las venas superficiales sobre las profundas hasta el hombro.

Ambas redes comunican entre sí, no solo por las terminaciones de las **venas cefálica** y **basílica**, sino por numerosas anastomosis escalonadas en su trayecto: **venas perforantes**, puesto que atraviesan la fascia de revestimiento del miembro. Algunas de estas venas son inconstantes, diseminadas entre ambas redes. Otras son constantes, como la cefálica del pulgar con las venas radiales profundas, las perforantes interóseas o intermetacarpianas, comunicantes del carpo, comunicantes del codo entre la vena mediana del antebrazo y las venas profundas.

Estas anastomosis establecen una solidaridad manifiesta entre ambas redes y favorecen el retorno venoso hacia la vena subclavia.

Exploración en el ser vivo

Muy aparente, se puede evidenciar la red superficial colocando en el miembro una ligadura elástica que bloquee la circulación de retorno, sin dificultar la circulación arterial de aporte.

Las dos redes se pueden visualizar por venografía (flebografía), por inyección de un producto opaco en una vena del dorso de la mano, que llena las venas gracias a sus numerosas anastomosis.

Una aguja introducida en una vena y puesta en conexión con un manómetro permite medir la **presión venosa periférica**.

Utilización

Son numerosas las circunstancias en las cuales se pueden utilizar las venas superficiales del miembro superior. Se las puede agrupar en tres rubros:

A. Punciones venosas para extracción de sangre para análisis o sangrías.

B. Punciones venosas para perfusiones o inyecciones de sangre o de productos medicamentosos diversos.

C. Punciones venosas para exploración de los grandes vasos de las cavidades derechas del corazón (cateterismo cardíaco, angiocardiografía, sea por inyección o por introducción de sondas largas y finas).

61 Vasos y nodos linfáticos del miembro superior

El drenaje linfático del miembro superior está asegurado por dos redes: una red **superficial** y una red **profunda**. Cada una de estas redes comprende: vasos linfáticos y nodos linfáticos.

En los nodos linfáticos axilares se resume la circulación linfática del miembro superior, y a ellos llegan linfáticos de la glándula mamaria y de la pared externa del tórax.

RED LINFÁTICA SUPERFICIAL

Vasos linfáticos superficiales

Recogen la linfa de los planos superficiales (piel y tejido subcutáneo) y la conducen hacia la raíz del miembro, donde alcanzan a los vasos superficiales de la región del hombro (**fig. 61-1**).

A nivel de la mano y de los dedos. Forman una red muy densa en la cara palmar. La mayoría llegan a los colectores situados en la cara dorsal de la mano, que se dirigen enseguida a la cara dorsal del antebrazo. Los linfáticos que permanecen palmares llegan a la cara anterior del antebrazo.

A nivel del antebrazo. Se reconocen tres grupos de vasos: uno anterior o mediano y dos laterales, en los bordes radial y ulnar [cubital] del antebrazo. Los tres tienden a alcanzar la región anterior de la fosa del codo.

A nivel del brazo. Los vasos se concentran en la cara anteromedial. Algunos atraviesan la fascia braquial con la vena basílica y se hacen profundos. Otros alcanzan la axila, sea directamente, perforando la fascia axilar en su base, o más arriba, después de haber seguido el surco deltopectoral.

A nivel del hombro. Se distingue una corriente anterior y una corriente posterior que llegan, también, a la fosa axilar.

Nodos linfáticos superficiales

Solo dos estaciones de nodos pueden interrumpir el trayecto de los vasos superficiales:

A. Nodos supratrocleares: situados 3 o 4 cm por encima del epicóndilo medial, bajo la piel, en contacto con la vena basílica y el nervio cutáneo antebraquial medial.

B. Nodos deltopectorales [de Aubry]: ocupan la parte superior del surco deltopectoral, cerca de la clavícula, en contacto con la vena cefálica. Son drenados hacia la axila por colectores que perforan la fascia clavipectoral.

Los nodos superficiales posteriores del hombro son inconstantes.

RED LINFÁTICA PROFUNDA

Vasos linfáticos profundos

Drenan la linfa de los músculos, de los espacios de tejido conectivo, de los nervios, de los huesos y del periostio. Siguen los ejes vasculares principales:

- **En la mano**, los vasos metacarpianos y los arcos palmares.
- **En el antebrazo**, los ejes radial, ulnar [cubital] e interóseos.
- **En el brazo**, los nodos linfáticos se sitúan a lo largo de las venas braquiales. Reciben a los vasos linfáticos del brazo y del antebrazo. Drenan en los nodos linfáticos axilares del grupo braquial.

Aunque ricamente anastomosados entre sí, los vasos de esta red son mucho menos numerosos que los de la red superficial. Todos los vasos linfáticos profundos llegan a la raíz del miembro y a la fosa axilar.

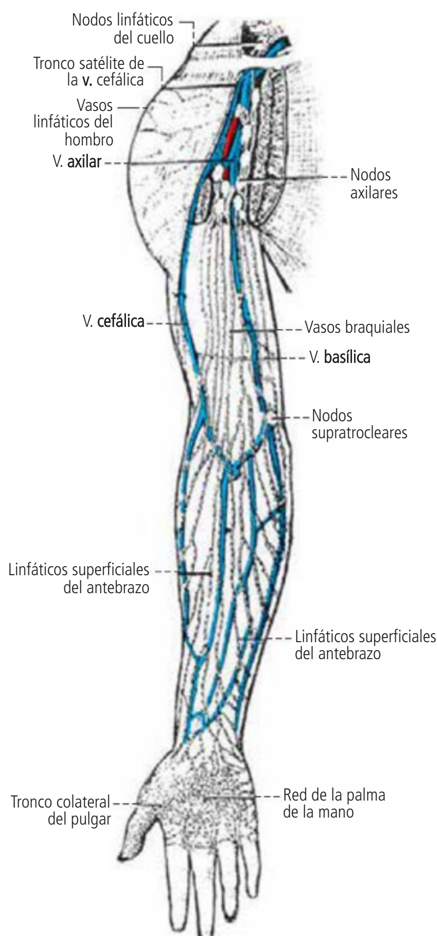


Fig. 61-1. Linfáticos del miembro superior, vista anterior.

Nodos linfáticos profundos

Nodos periféricos. Existe cierto número de pequeños nodos situados en el trayecto de los vasos profundos, como el nodo de la fosa del codo, el nodo bicipital lateral o el nodo braquial (Verge-Brian).

Nodos linfáticos axilares (**figs. 61-2** y **61-3**). Son tan importantes por su número como por la extensión del territorio que drenan (la región mamaria, en particular). Se cuentan, hundidos en el tejido adiposo de la fosa axilar, una treintena de nodos interconectados por el plexo linfático axilar. Se los divide en cinco grupos según su situación.

A. Grupo braquial (lateral): recibe la casi totalidad de los vasos linfáticos del miembro superior. Está situado medialmente y debajo de la **vena axilar**, alrededor de la terminación de la vena subescapular. Los eferentes de este grupo van a los nodos linfáticos centrales o bien directamente a los nodos supraclaviculares.

B. Grupo subescapular (posterior): rodea los vasos homónimos. Voluminosos, los nodos ocupan el ángulo diedro situado entre los músculos dorsal ancho y subescapular (canal dorsoescapular de Latarjet y Chalier), donde están comprendidos en la pinza del nervio toracodorsal. A estos nodos llegan vasos linfáticos del dorso, de la nuca, de la cara posterior del hombro y, a veces, de la glándula mamaria. Sus eferentes van al grupo central.

C. Grupo pectoral (anterior): los nodos están agrupados alrededor de los vasos torácicos laterales, contra el músculo serrato anterior. Se escalonan de la segunda a la sexta costilla. Reciben a los vasos linfáticos de la pared torácica, de la parte superior de la pared abdominal y, especialmente, de la glándula mamaria.

D. Grupo central: 10 nodos linfáticos están sumergidos en el tejido adiposo, medialmente y debajo del eje axilar. Estos nodos están cruzados por el nervio intercostobraquial. Este grupo recibe a los eferentes de los precedentes y sus nodos son drenados hacia el grupo siguiente.

E. Grupo apical: está situado alto, en contacto con el desfiladero subclavio, adelante y medial a la vena axilar, detrás de la fascia clavipectoral, en contacto con el primer espacio intercostal y con la primera digitación del serrato anterior. Los nodos linfáticos ocupan el **vértice** de la fosa axilar y son particularmente difíciles de alcanzar. Esto se debe a la presencia de los nervios pectorales y a la terminación de la vena cefálica, que aumentan la complejidad de esta región. Los nodos de este grupo reciben vasos linfáticos de todos los grupos precedentes. Son drenados por un tronco voluminoso, el **tronco subclavio**, a menudo desdoblado, que desemboca directamente en el ángulo yugulosubclavio a la derecha y en el conducto torácico a la izquierda.

Nodos linfáticos supraescapulares. Situados en la fosa supraespinosa, drenan la linfa de los músculos vecinos y son drenados por los ganglios supraclaviculares posteriores (nodos cervicales laterales).

Exploración en el ser vivo

En estado normal, ni los vasos ni los nodos linfáticos son visibles ni palpables. En los sujetos delgados se pueden percibir algunos nodos axilares del grupo pectoral que se sienten rodar sobre el plano resistente de la pared torácica.

En estado patológico no sucede lo mismo:

- La **inflamación** pone en evidencia a los vasos superficiales en forma de cordones rojos, tumefactos y dolorosos (linfangitis). Los nodos linfáticos (supratrocleares y axilares) están hipertrofiados y dolorosos. Esto se produce sobre todo en las infecciones de los dedos (panadizos) o de la mano (flemones, heridas infectadas).
- Los **tumores malignos**, y en primer lugar los de mama, se propagan a los nodos linfáticos axilares. La presencia de adenopatías caracteriza el estadio evolutivo del tumor. Su extir-

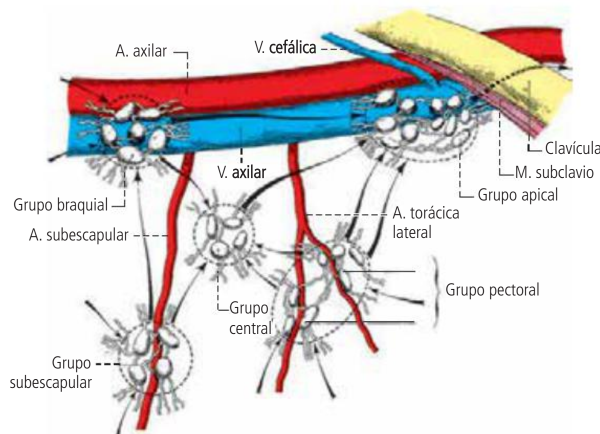


Fig. 61-2. Grupos de nodos linfáticos de la axila.

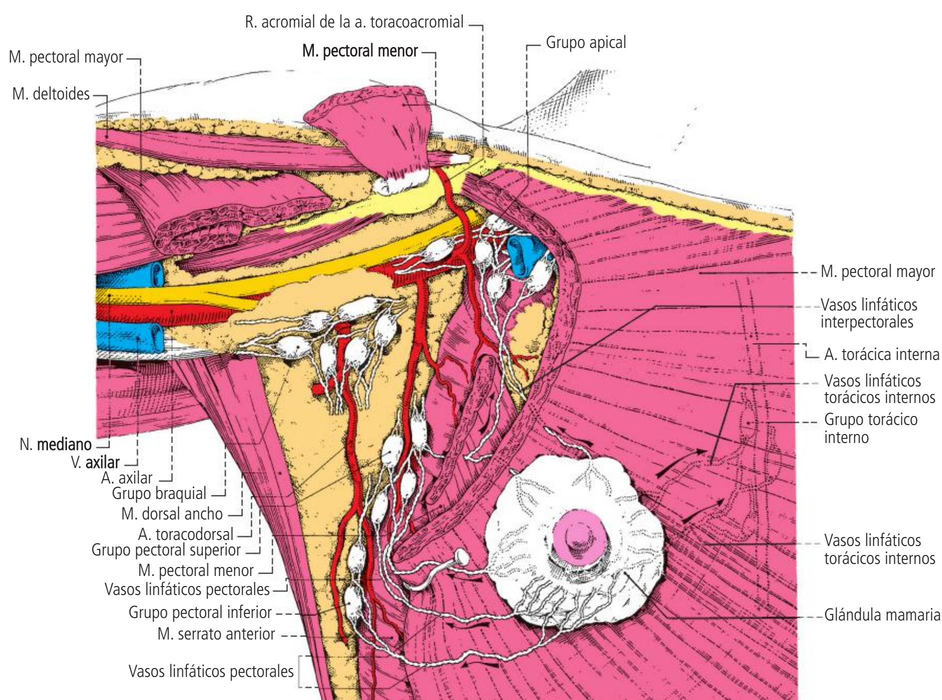


Fig. 61-3. **Linfáticos de la mama y tributarios axilares (semiesquemática).**

pación es el complemento sistemático de las exéresis quirúrgicas del cáncer de mama.

La **linfografía**, por inyección de un producto de contraste en los vasos superficiales de la mano (comisuras digitales o dorso de la mano), objetiva el conjunto de esta circulación.

Anatomía funcional

La libre circulación de la linfa en el miembro superior, como en todas partes, es una condición esencial de la vida de todos los componentes anatómicos de este. La alteración de esta circulación, por obliteración, por obstáculos venosos (vena braquiocefálica, vena cava superior) o después de la extirpación de los nodos axilares, se manifiesta por un edema del miembro superior de difícil corrección.

Véase **Caso clínico:** *Carcinoma de mama*

Nervios del miembro superior

PLEXO BRAQUIAL

El plexo braquial está formado por el entrelazamiento que forman, antes de su distribución periférica, los **ramos anteriores** de los cuatro últimos nervios cervicales (C5, C6, C7 y C8) y del primer nervio torácico (T1) (**fig. 62-1**). Estos ramos anteriores de esos nervios espinales constituyen las **raíces del plexo braquial**. A través de sus ramos colaterales y terminales, el plexo asegura la inervación sensitiva, motora, vasomotora y propioceptiva de la cintura pectoral [escapular] y del miembro superior.

Constitución anatómica

Troncos del plexo braquial

El ramo anterior de **C5**, después de recibir un ramo comunicante de C4, se une al ramo anterior de **C6** para formar el **tronco superior**.

El ramo anterior de **C7** constituye por sí solo el **tronco medio**.

El ramo anterior de **C8** se une al de **T1**, que recibe un ramo comunicante de T2 para formar el **tronco inferior.**

Porción infraclavicular

Cada tronco se divide en **dos ramos**, uno **anterior** y otro **posterior**. Estas seis divisiones de los troncos se unen para formar **tres fascículos**:

A. Fascículo posterior [tronco secundario posterior, radiocircunflejo]: las **tres divisiones posteriores de los troncos** se unen para constituir el **fascículo posterior**, formado por fibras que provienen de los tres troncos. Este fascículo da origen a los nervios radial y axilar.

B. Fascículo lateral [tronco secundario anteroexterno]: los **ramos anteriores de los troncos superior y medio** se unen para integrar el **fascículo lateral**. De él surgen el nervio musculocutáneo y la raíz lateral del nervio mediano.

C. Fascículo medial [tronco secundario anterointerno]: el **ramo anterior del tronco inferior** queda independiente y forma el **fascículo medial**. De él nace la raíz medial del nervio mediano, el nervio ulnar [cubital] y el nervio cutáneo antebraquial medial.

Esta disposición puede presentar variaciones (Billet).

Situación y forma

El plexo braquial, en su **porción supraclavicular**, está localizado en la **región cervical lateral**, pasando entre los músculos escalenos anterior y medio. Se dirige hacia abajo y lateralmente, pasa debajo de la clavícula, **porción infraclavicular**, por detrás de los vasos subclavios. En la **fosa axilar** da sus ramos terminales. Se lo compara a menudo con la forma de un reloj de arena: la base del triángulo superior se apoya sobre la columna cervical, la base del triángulo inferior se expande en la fosa axilar. El estrechamiento central se sitúa bajo la clavícula, en el vértice de la fosa axilar.

Relaciones

Relaciones de las raíces del plexo braquial

C5, C6 y C7: Estos nervios espinales emergen por los **surcos de los nervios espinales** de las vértebras cervicales correspondientes (**figs. 62-2** y **62-3**). Pasan entre los músculos intertransversos para penetrar en el espacio interescalénico, entre el músculo escaleno anterior y el medio. Tanto C5 como C6 se acodan hacia abajo, en contacto con el surco óseo sobre el cual se encuentran, y pueden lesionarse por tracción. La arteria y la vena vertebrales, junto con el nervio vertebral, pasan delante de ellos, a través de los forámenes transversos.

C8 y T1: Rodean el **cuello de la 1.ª costilla**, C8 por arriba, T1 por abajo. Esta última raíz asciende por delante del cuello costal, y parece salir del tórax en el plano extrapleural. Estas dos raíces están en la fosa ubicada por detrás de la cúpula pleural, detrás del **ganglio estrellado** del tronco simpático, que las oculta. Se encuentran en la porción posterior del triángulo lateral del cue-

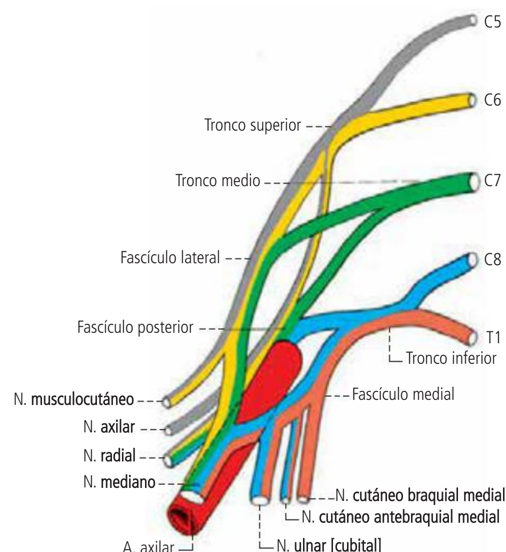


Fig. 62-1. Constitución anatómica del plexo braquial, lado derecho, vista anterior (según Paturet).

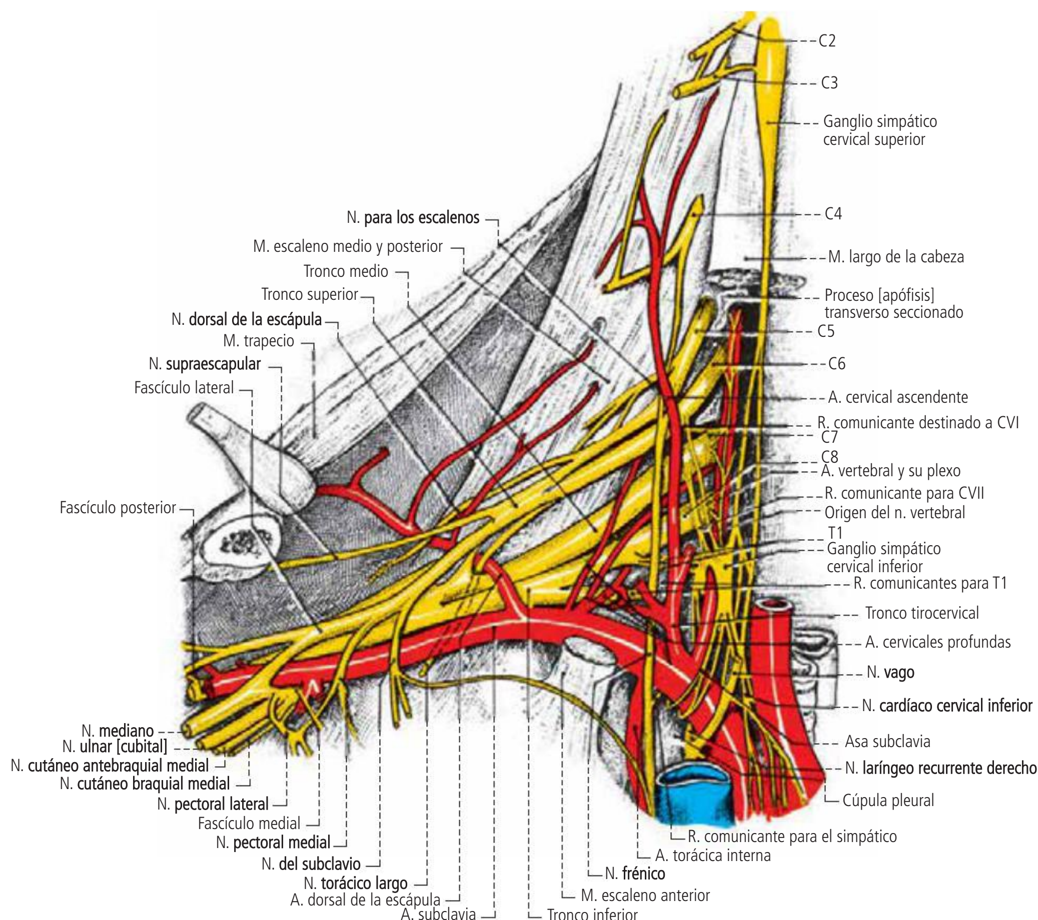


Fig. 62-2. Plexo braquial. Se ha resecado la clavícula y el rebatido al músculo subclavio lateralmente por encima del trapecio.

llo, donde se profundiza el tronco arterial costocervical que cruza a estas raíces. Están separadas de la cúpula pleural por fibras de la membrana suprapleural.

Cada raíz recibe un ramo comunicante del simpático, originado del nervio vertebral o del ganglio estrellado.

Relaciones del plexo propiamente dicho

Porción supraclavicular en el desfiladero de los escalenos (fig. 62-2). Los tres troncos (superior, medio e inferior) se unen por detrás del escaleno anterior y por delante de los escalenos medio y posterior, a los que están aplicados por una hoja fibrosa dependiente de la lámina prevertebral de la fascia cervical, dispuestos los unos por encima de los otros, por arriba de la 1.ª costilla. La **arteria subclavia** está delante y debajo del conjunto del plexo. La **arteria dorsal de la escápula** se introduce entre los troncos superior y medio, para llegar a la región superomedial de la escápula. La **arteria transversa del cuello** cruza al plexo de abajo hacia arriba y puede pasar a través de sus troncos.

Porción supraclavicular lateral a los escalenos (figs. 62-2 y 62-4). Los tres fascículos (lateral, medial y posterior) son profundos pero más accesibles que en el segmento precedente, siempre situados detrás y arriba de la arteria subclavia. Superficialmente, el plexo es cruzado por el músculo omohioideo, pero su mayor porción está por debajo de este músculo, en el triángulo omoclavicular, profundo a la lámina pretraqueal de la fascia cervical. Entre esta y la vaina carotídea se encuentra la masa adiposa preescalénica [de Meckel]. La vena yugular externa atraviesa la lámina pretraqueal de la fascia cervical y cruza de modo superficial al eje vasculonervioso del cuello.

En la fosa axilar, porción infraclavicular (fig. 62-5). Después de haber pasado bajo la clavícula (tapizada por el músculo subclavio), los fascículos del plexo braquial aparecen en el vértice de la fosa axilar, apoyados sobre el primer espacio intercostal. Forman un canal cóncavo adelante, donde se sitúa la arteria axilar. El **fascículo posterior** permanece detrás de la arteria. El **fascículo lateral** es el más superficial; se encuentra por arriba y adelante

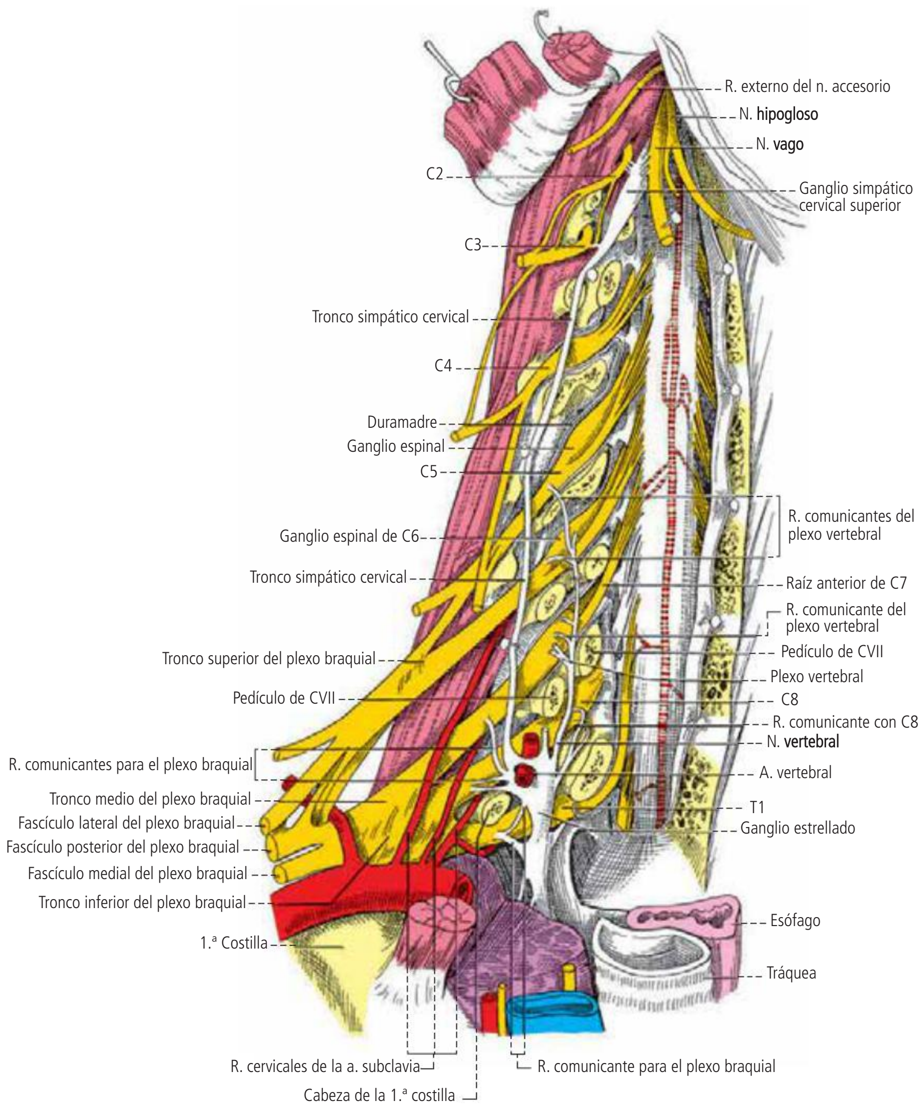


Fig. 62-3. Plexo braquial. Plano profundo. Vista anterior. Los cuerpos vertebrales y la pared anterior de los forámenes intervertebrales han sido extirpados. En blanco, formaciones nerviosas pertenecientes al sistema simpático. La arteria subclavia ha sido seccionada y resecada con sus ramas en el trayecto intraescalénico. Se ha resecado, además, parte del ápice pulmonar.

de ella. El **fascículo medial** está abajo, adelante y medial a la arteria. Por detrás del pectoral menor, el plexo se expande en sus ramos terminales.

La arteria y la vena axilares y los fascículos del plexo braquial constituyen el **eje vasculonervioso axilar**, rodeado por un tejido adiposo que contiene los nodos linfáticos axilares. Este tejido permite los movimientos del miembro superior en relación con el tórax.

Ramos comunicantes. Se realizan con:

- El **plexo cervical** por un ramo de C4 a C5.
- El **ramo anterior de T2** por medio de la comunicación con T1.
- El **tronco simpático**.
- Los **ramos comunicantes grises** que se originan del **ganglio estrellado**, dispuestos en un plano superficial, uno para

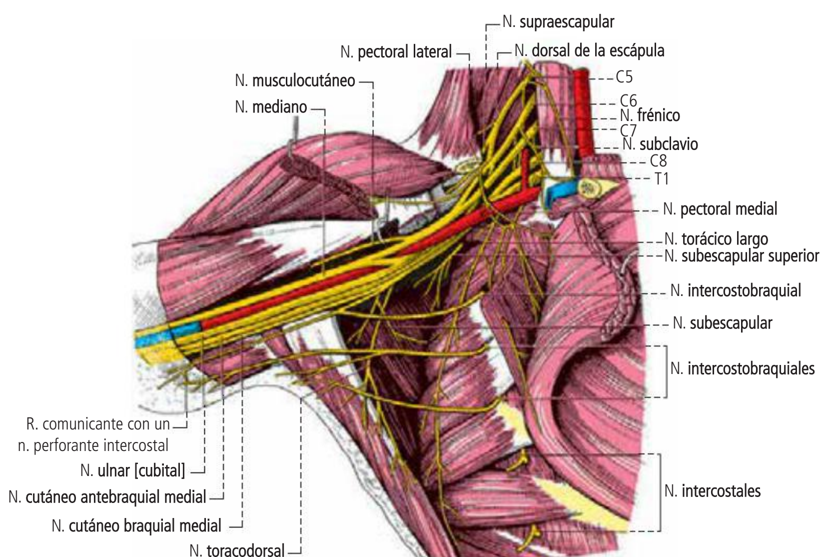


Fig. 62-4. Plexo braquial, vista anterior.

R. coracobraquial
A. circunfleja humeral anterior
Cabeza corta del bíceps braquial
M. deltoides
M. pectoral mayor
R. muscular
N. musculocutáneo
M. coracobraquial
R. deltoidea
A. braquial
N. cutáneo
antebraquial medial
N. cutáneo
braquial medial
V. cefálica
Raíz lateral del n. mediano
N. pectoral medial
M. pectoral menor
R. pectoral
A. toracoacromial
R. acromial
V. cefálica
R. pectoral
N. pectoral lateral
A. axilar
N. cutáneo antebraquial medial
A. torácica superior
1.ª costilla
V. subclavia
Clavícula
M. subclavio
M. pectoral mayor
A. torácica lateral
1.ª costilla
2.ª costilla
N. torácico largo
Raíz medial del n. mediano
R. subescapulares
Anastomosis con a. intercostal
3.ª costilla
N. toracodorsal
N. del subescapular
M. pectoral menor
M. serrato anterior
4.ª costilla
M. pectoral mayor
5.ª costilla
N. cutáneo braquial
posterior
R. muscular
N. radial
N. ulnar
A. circunfleja humeral posterior
A. subescapular
A. circunfleja escapular
M. redondo mayor
A. toracodorsal
M. subescapular
M. dorsal ancho

Fig. 62-5. Vasos y nervios de la fosa axilar derecha.

cada raíz del plexo, excepto para T1, que por lo general es doble. También recibe un plano profundo formado por ramos que proceden del nervio vertebral.

Ramos colaterales

Aparte de algunos ramos muy finos que surgen de los troncos del plexo braquial para los músculos intertransversos y los escalenos, el plexo abandona unos diez ramos colaterales, que dividiremos en ramos anteriores, posteriores e inferiores.

Ramos anteriores

Nervio subclavio (**fig. 62-2**). Extremadamente delgado, se desprende de la parte alta del tronco superior, o por dos raíces del 5.º y 6.º nervio cervical, se sitúa por delante del plexo y de la arteria axilar y se divide en un ramo para el músculo subclavio que se pierde en la parte media del músculo, y un ramo comunicante medial para el nervio frénico.

Nervio pectoral lateral. Originado de la parte inferior del tronco superior, o bien del fascículo lateral. Pasa por encima y por adelante de la arteria axilar, atraviesa la fascia clavipectoral, junto con ramas de la arteria toracoacromial, y llega a la cara profunda del pectoral mayor por tres o cuatro ramos distintos. Se comunica con el nervio siguiente.

Nervio pectoral medial (**fig. 62-4**). Se origina en el fascículo medial. Pasa por delante de la arteria axilar, se comunica con un ramo que le envía el nervio pectoral lateral y forma el **asa de los pectorales**, situada delante de la arteria. Del asa se originan: ramos superficiales que atraviesan la fascia clavipectoral y se pierden en el pectoral mayor; ramos profundos que penetran en el pectoral mayor; ramos profundos que penetran en el pectoral menor por su cara profunda; algunos inervan a este músculo y otros lo perforan para terminar en el pectoral mayor (nervios inferiores del pectoral mayor) (**fig. 62-6**).

Ramos posteriores

Nervio supraescapular (**figs. 62-2**, **62-7** y **62-8**). Se origina por encima de la clavícula, de la 5.ª raíz cervical cuando esta se une a la 6.ª; se dirige hacia abajo y atrás siguiendo el borde superolateral del tronco superior, se coloca debajo del omohioideo y del trapecio y, con la arteria supraescapular, pasa por la incisura de la escápula (la arteria transcurre por encima del ligamento transverso superior de la escápula) y llega a la fosa supraespinosa. Se desliza bajo el músculo supraespinoso, al que inerva, contornea la base de la espina de la escápula e inerva al músculo infraespinoso por su cara profunda.

Nervio dorsal de la escápula [del angular y del romboides] (**fig. 62-4**). Se origina de C5. Contornea el borde lateral del músculo escaleno posterior para situarse en la cara profunda del músculo elevador de la escápula, cuya inervación proporciona. Se continúa como nervio del músculo romboides y alcanza su cara profunda. Le da numerosos ramos, que lo penetran, bastante próximos a las inserciones escapulares del músculo. Está acompañado por ramas de la arteria dorsal de la escápula. A veces existen dos nervios distintos, originados en C5, uno para el elevador de la escápula y otro para el romboides.

Nervio subescapular superior (**fig. 62-9**). Muy delgado, nace en el fascículo posterior del plexo braquial y llega al borde superior del músculo subescapular, en el cual termina.

Nervio subescapular inferior (**fig. 62-9**). Se origina del fascículo posterior, a nivel del vértice de la fosa axilar. Desciende en sentido oblicuo y lateral en la cara anterior del músculo subescapular y se distribuye en los fascículos medio e inferior. Puede existir un nervio subescapular medio.

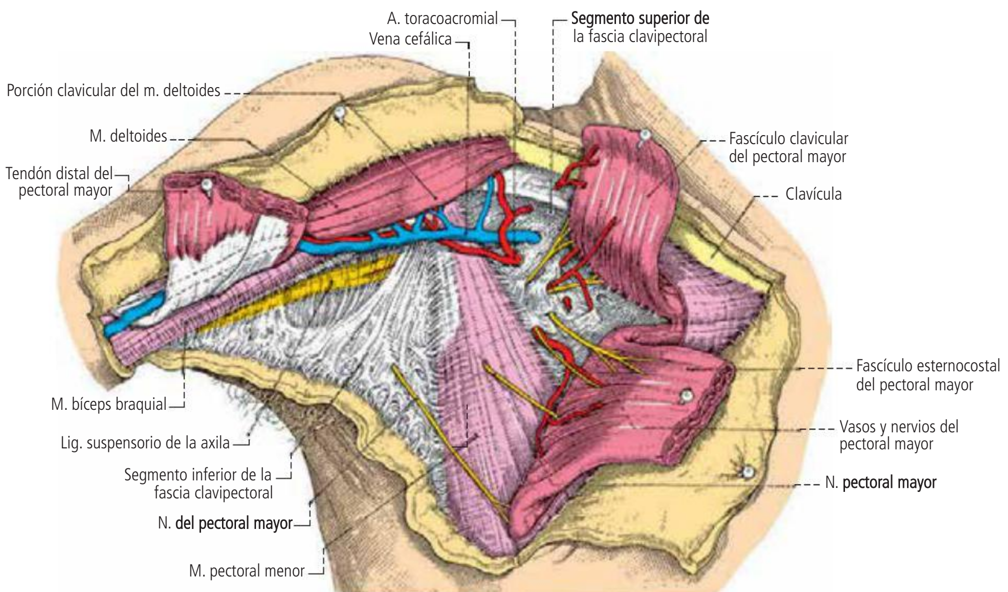


Fig. 62-6. Plano medio de la fosa axilar.

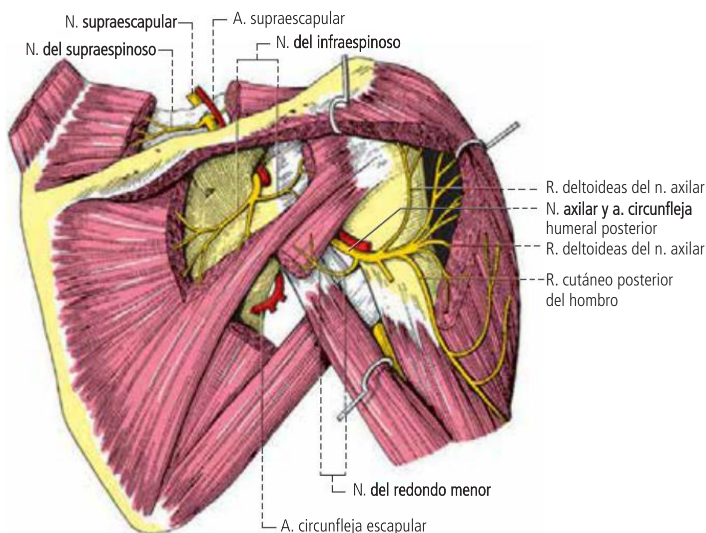


Fig. 62-7. Nervios supraescapular y axilar, vista posterior.

Nervio toracodorsal [del dorsal ancho] (**fig. 62-9**). Es un ramo del fascículo posterior. Se dirige hacia abajo y lateralmente, siguiendo la cara anterior del músculo subescapular en el tejido adiposo axilar. Cruza por delante de la arteria subescapular y llega al dorsal ancho por su cara anteromedial. Un ramo termina en la cara anterior del músculo redondo mayor.

Ramos inferiores

Nervio torácico largo [del serrato anterior, nervio respiratorio de Charles Bell] (denominación inexacta, pues el músculo serrato anterior tiene solo una acción respiratoria accesoria) (**figs. 62-2** y **62-4**). Se origina por varias raíces (Dargent), de C5, C6 y a veces de C7. Se desliza por delante del escaleno medio, detrás del plexo braquial. Desciende por la cara lateral del tórax, en el ángulo diedro entre el subescapular y el serrato anterior, por detrás de los nervios intercostobraquiales. Abandona un ramo nervioso para cada digitación del serrato anterior.

Nervio cutáneo braquial medial [accesorio del braquial cutáneo interno] (**figs. 62-2** y **62-4**). Se lo considera a veces como un ramo terminal del plexo braquial, a causa de su destino braquial. Es un nervio delgado, que nace del fascículo medial. Sus fibras proceden de la 1.ª raíz torácica, cruza la cara anterior de la vena axilar, perfora la fascia braquial y termina en la piel de la cara medial del brazo. Es un nervio **únicamente sensitivo**.

Se comunica con:

- Un ramo del nervio **intercostobraquial** (T2).
- El cutáneo antebraquial medial.

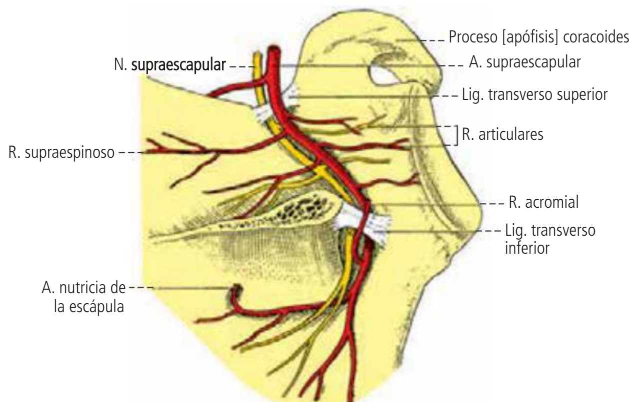


Fig. 62-8. La arteria y el nervio supraescapular.

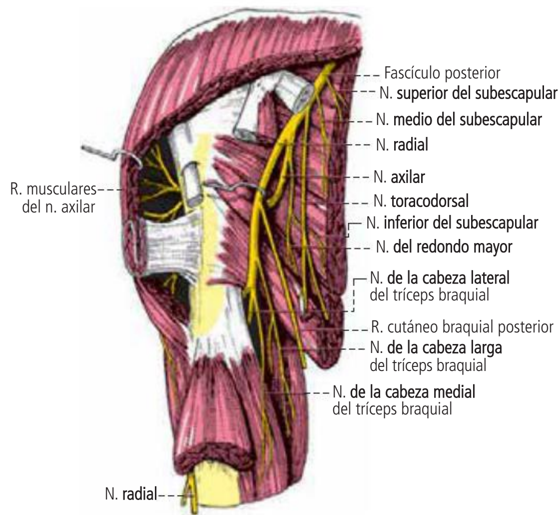


Fig. 62-9. Nervios radial y axilar en su origen, vista anterior.

– Algunos filetes del nervio cutáneo lateral superior del brazo, ramo del nervio axilar.

Ramos terminales del plexo braquial

Hay seis ramos terminales cuyos orígenes están en:

– El **fascículo lateral**: el nervio **musculocutáneo** y la raíz lateral del **mediano**.
– El **fascículo medial**: el nervio **cutáneo antebraquial medial**, la raíz medial del **mediano** y el nervio **ulnar [cubital]**.
– El **fascículo posterior**: el nervio **radial** y el nervio **axilar**.

Cada uno de estos ramos terminales merece una descripción detallada.

NERVIO MUSCULOCUTÁNEO

Se origina del fascículo lateral del plexo braquial, constituido por fibras unidas que proceden en su totalidad de la 5.ª, 6.ª y 7.ª raíz cervical.

Trayecto

Nace en la fosa axilar por detrás del músculo pectoral menor, por encima y lateral al nervio mediano y a la arteria axilar. Oblicuo abajo y lateral, cruza el tendón del subescapular y llega a la parte medial del músculo coracobraquial, al que atraviesa en forma oblicua [nervio perforante de Casserius]. A su salida de este músculo se sitúa enseguida en el compartimento anterior del brazo, entre el bíceps y el braquial. Cruza el eje del brazo de medial a lateral, perfora la fascia braquial por encima de la fosa del codo y termina en los planos subcutáneos de la parte anterolateral del antebrazo.

Relaciones

En la fosa axilar

Es profundo, se separa lateralmente del eje vasculonervioso para alcanzar el borde medial del músculo coracobraquial (**figs. 62-4** y **62-10**).

En el brazo

Está oculto entre el bíceps braquial y la cara anterior del braquial, al que cruza en forma diagonal.

En la fosa del codo

Emerge de la profundidad entre el borde lateral del bíceps y el borde medial del braquiorradial, medial a la vena mediana cefálica, por encima de la interlínea del codo.

Distribución

Ramos colaterales

Se originan a nivel del brazo (**figs. 62-10** y **62-11**). Son:

– **Ramos motores** para el **coracobraquial**, penetran en el músculo por encima del punto de perforación del nervio. Para el **bíceps braquial**, proporciona dos ramos a su salida del coracobraquial; para la cabeza corta y la cabeza larga del bíceps y para el **braquial**, un ramo que lo penetra en el tercio superior del músculo y uno más largo que lo penetra cerca del codo.
– Un **filete óseo** que entra en el hueso con la arteria por el foramen nutricio.
– **Ramos vasculares**, para la arteria braquial.
– Un filete **articular** para el codo.

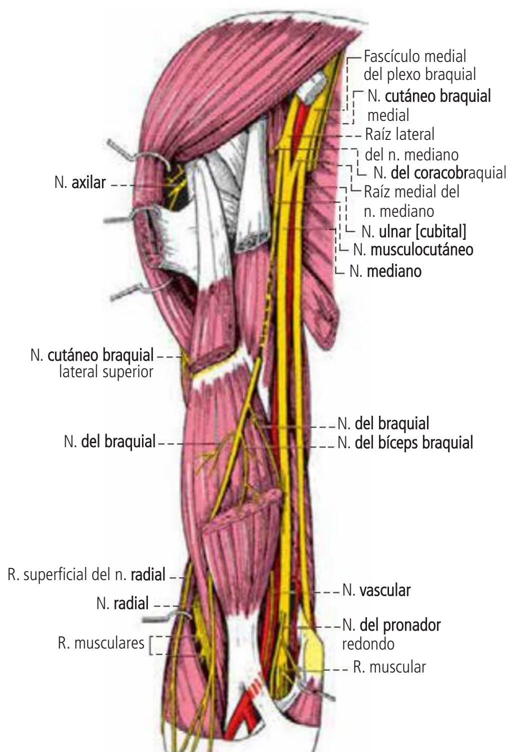


Fig. 62-10. Músculos y nervios profundos del brazo, vista anterior. Compartimento braquial anterior.

- Un **ramo comunicante** medial para el nervio mediano, oblicuo abajo y en sentido medial; es tanto mayor cuanto menos desarrollada es la raíz lateral del mediano, e inversamente.

Ramos terminales

Una vez superficial, el nervio se divide en dos ramos, uno **posterior** y uno **anterior**, que descienden hasta la región carpiana. Los filetes de estos dos ramos cubren la región anterolateral y posterolateral del antebrazo, hasta la raíz del pulgar. El **posterior** se comunica con el ramo anterior del radial por encima de la estiloides radial. El **anterior** da, por encima de la región carpiana, un ramo que se une con el radial y un ramo que se profundiza perforando la fascia, sigue a la arteria y se distribuye en la región carpiana.

En el ser vivo

El musculocutáneo tiene:

- Una **acción motora**, que asegura la flexión del antebrazo sobre el brazo.
- Una **acción sensitiva**, su territorio se representa en la **figura 62-11**.
- Una **acción vasomotora** y **trófica** sobre el húmero, los vasos braquiales y la articulación del codo.

NERVIO MEDIANO

Se origina de la porción axilar del plexo braquial por dos fascículos: una **raíz medial del nervio mediano** [medio-cúbito-cutánea] y una **raíz lateral del nervio mediano** [medio-músculo-cutánea], que se unen delante de la arteria axilar y forman la **horquilla del mediano**. Este nervio, muy voluminoso, contiene fibras procedentes de las **cinco raíces del plexo braquial: (C5), C6, C7, C8 y T1**.

Trayecto

En la fosa axilar, el nervio mediano acompaña a la arteria axilar, con la cual penetra en el brazo, donde desciende en sentido medial. Llegado a la fosa del codo, pasa por adelante y medialmente a la articulación del codo, se vuelve oblicuo abajo y medialmente, para situarse en el eje mediano del antebrazo. Desciende según este eje, de allí su nombre de nervio mediano, hasta el túnel carpiano. En la región carpiana pasa por ese túnel y llega a la región palmar media, donde se expande en sus ramos terminales. En su trayecto no proporciona ningún ramo hasta la fosa del codo, por lo cual su diámetro permanece, hasta allí, invariable.

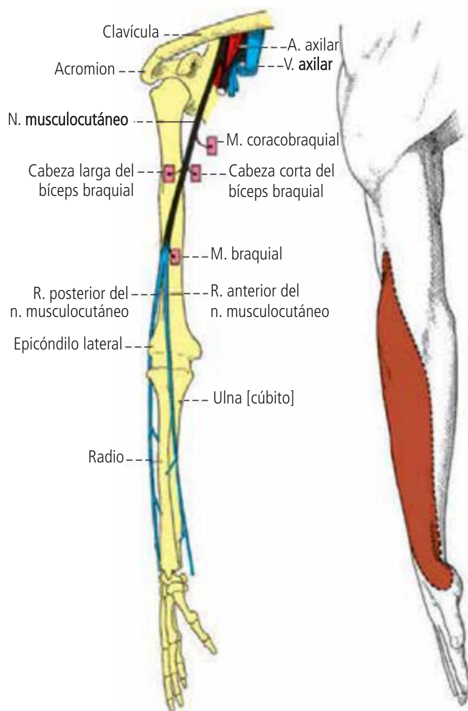


Fig. 62-11. Trayecto, distribución y territorio del nervio musculocutáneo (según Pitres y Testut).

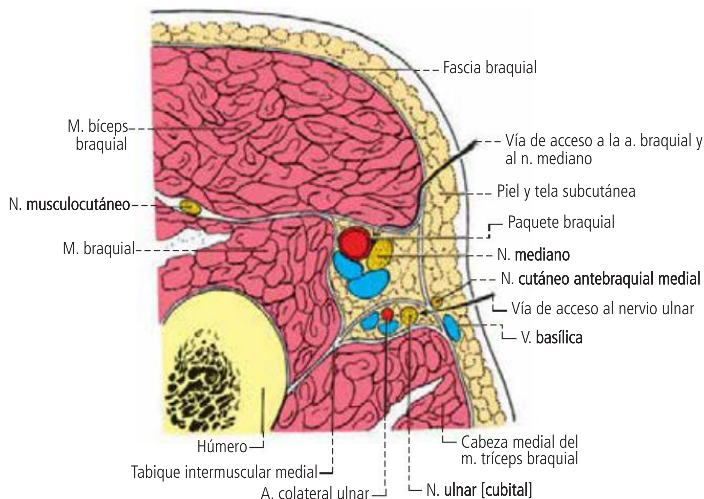


Fig. 62-12. **Parte medial de un corte transversal del tercio medio del brazo derecho; segmento superior del corte, visto por su cara inferior.**

Relaciones

En la fosa axilar

Con el eje vasculonervioso (véase **fig. 62-5**). El nervio mediano se relaciona de lateral a medial con:

- El nervio musculocutáneo antes de que este penetre en el músculo coracobraquial.
- La horquilla del nervio mediano y su origen como nervio, por adelante y algo lateral a la arteria.
- El nervio ulnar [cubital], medialmente.
- El nervio cutáneo antebraquial medial y el nervio cutáneo braquial medial, mediales a la arteria.
- El fascículo posterior, detrás de la arteria.

Las relaciones de este **conjunto vasculonervioso** son:

- Hacia adelante se encuentra oculto por los planos musculofasciales que constituyen la pared anterior de la fosa axilar.
- Lateralmente está seguido por el coracobraquial y la cabeza corta del bíceps braquial.
- Atrás, se relaciona con el subescapular, luego con el dorsal ancho y el redondo mayor.

La articulación glenohumeral, tapizada por adelante por el subescapular, está situada arriba, lateralmente, y el nervio se acerca a ella en la abducción del brazo.

En el brazo

Está situado en el canal braquial, delante del tabique intermuscular medial, medialmente al bíceps (músculo satélite), aplicado al braquial bajo la fascia braquial (**figs. 62-10** y **62-12**).

Acompaña a la arteria braquial, a la que luego cruza en forma de X alargada, pasando de lateral a medial por delante de la arteria, para situarse medialmente en el brazo.

Otros dos nervios se relacionan con el mediano:

A. El **cutáneo braquial medial**, situado medial al mediano; se vuelve subcutáneo en el tercio superior del brazo, con la vena basílica que perfora la fascia.

B. El **nervio ulnar [cubital]**; se encuentra en la región posterior del brazo por detrás del tabique intermuscular medial, entre este y el tríceps braquial.

En la fosa del codo

Ocupa el **surco bicipital medial** (**fig. 62-13**), limitado: **medialmente** por el pronador redondo; **lateralmente** por el tendón del bíceps; por **atrás**, por el músculo braquial, que cubre la extremidad inferior del húmero y la articulación del codo; por **delante**, por la expansión aponeurótica del bíceps. Los **vasos humerales** son **laterales** al mediano, mientras que el nervio se insinúa entre las dos cabezas, radial y ulnar, del pronador redondo; los vasos se separan lateralmente y se hacen superficiales.

En el antebrazo

El mediano pasa por detrás del pronador redondo y cruza la cara anterior de la arteria ulnar [cubital] (**fig. 62-14**). Se sitúa en el **eje del antebrazo**, pasando por detrás del arco fibroso radioulnar del **flexor superficial de los dedos**, en cuya vaina se sitúa. Transcurre entonces detrás de este músculo, delante del intersticio del flexor profundo de los dedos y del flexor largo del pulgar. En el **tercio inferior del antebrazo** es accesible en el intersticio entre el flexor radial del carpo y el palmar largo, lateral al tendón del dedo medio, aplicado contra el tendón superficial del índice.

En el túnel carpiano (canal del carpo)

Se halla en contacto con la cara profunda del retináculo flexor (**fig. 62-15**). Está ubicado entre el tendón para el índice del

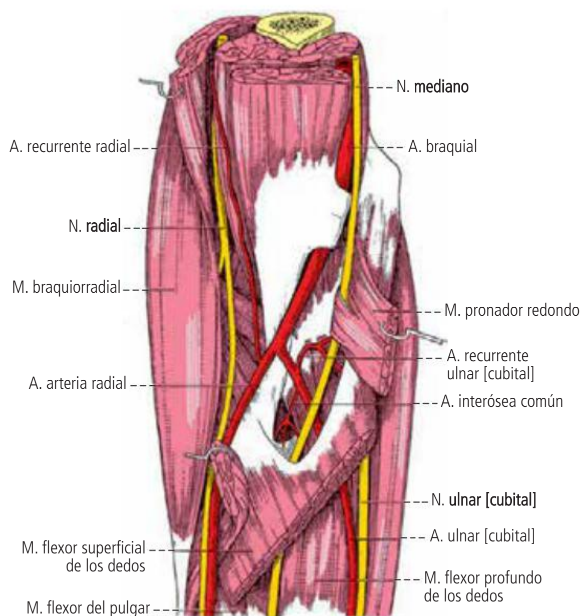


Fig. 62-13. **Fosa del codo. Nervios mediano y radial. Arterias radial y ulnar [cubital] en su origen (según Gregoire y Oberlin).**

flexor superficial y el flexor largo del pulgar, entre sus dos vainas tendinosas. Emerge del túnel carpiano por detrás de la aponeurosis palmar, medial a la eminencia tenar.

Distribución

Ramos colaterales

En la región axilar. El nervio mediano no proporciona ningún ramo.

En el brazo. El nervio diafisario del húmero origina ramos para la arteria braquial, a veces un ramo para el pronador redondo.

En el codo. Se distinguen:

A. Ramos articulares, en número de dos:

- Superior, del tronco del mediano.
- Inferior, del nervio del pronador redondo.

Ambos terminan en la cara anterior de la articulación del codo.

B. Ramo muscular (fig. 62-14):

- El **nervio superior del pronador redondo** se desprende del mediano por encima del epicóndilo medial y penetra en la cara profunda de este músculo. Envía un ramo a la articulación del codo.

En el tercio superior del antebrazo proporciona:

A. Ramos anteriores:

- Un nervio inferior para el **pronador redondo**.
- Para el **flexor radial del carpo**.
- Para el **palmar largo**.
- Para el **flexor superficial de los dedos**.

B. Ramos posteriores (se originan al mismo nivel que los anteriores):

- Para el tercio superior del **flexor propio del pulgar**.
- Otros dos nervios para los **fascículos laterales del flexor profundo de los dedos** (los fascículos mediales están inervados por el ulnar [cubital].

C. Nervio interóseo antebraquial anterior (fig. 62-14): llega en profundidad a la cara anterior de la membrana interósea, acompañado por la **arteria interósea anterior**. Desciende verticalmente entre el flexor largo del pulgar y el flexor profundo de los dedos, a los que proporciona algunos filetes. Penetra por detrás del **pronador cuadrado**, al que inerva, y termina en las partes blandas de la articulación radiocarpiana.

En el tercio inferior del antebrazo origina:

- **Ramo palmar del nervio mediano**: se desprende por encima de la región carpiana, sigue al tronco y perfora la fascia antebraquial entre los tendones del flexor radial del carpo y el palmar largo, y se divide en:
  - **Ramo lateral**, que se dirige a la piel de la eminencia tenar, comunicándose con ramos del nervio musculocutáneo y del ramo superficial del nervio radial.
  - **Ramo medial**, que desciende superficial al retináculo flexor y se ramifica en la piel de la región palmar media.

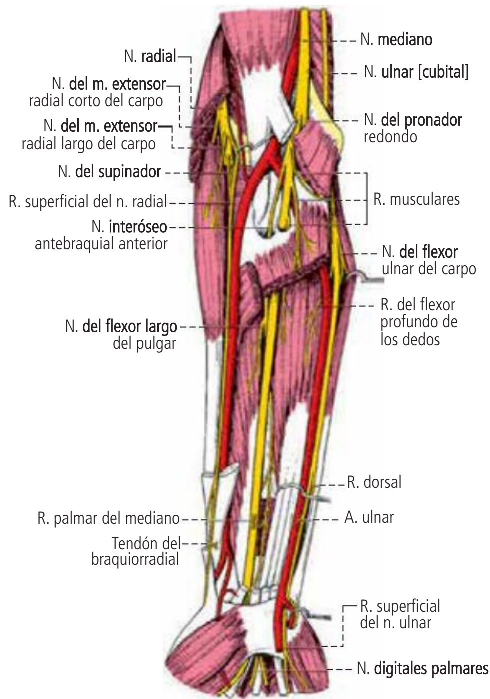


Fig. 62-14. **Nervios del compartimento anterior del antebrazo; arterias radial y ulnar [cubital].**

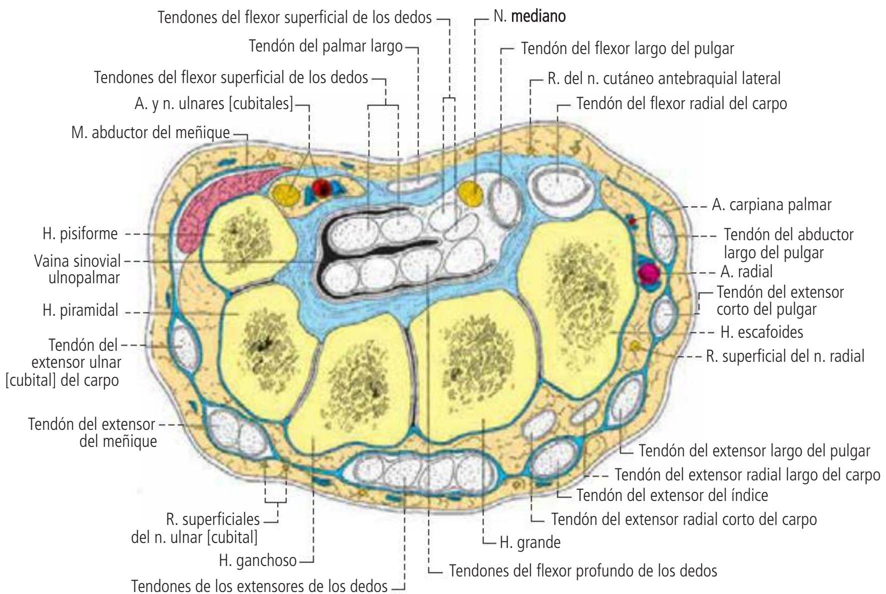


Fig. 62-15. **Corte horizontal de la región carpiana que pasa por la primera hilera de los huesos del carpo; segmento inferior del** corte, visto por su cara superior (según Castaigne y Soutoul).

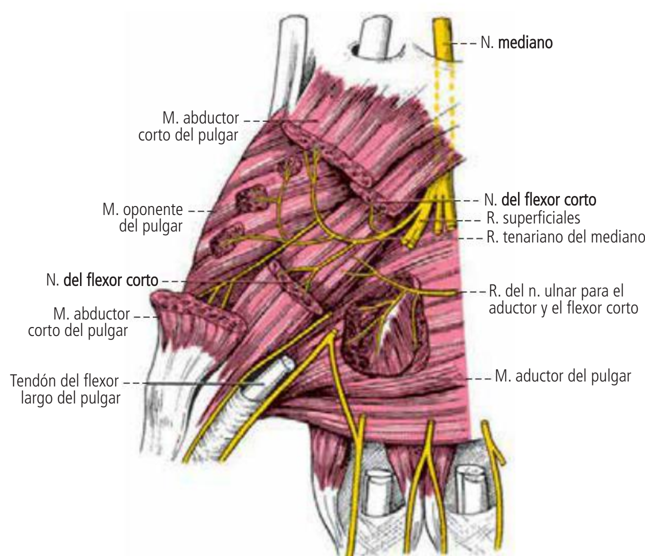


Fig. 62-16. Nervios de los músculos de la eminencia tenar.

Ramos terminales

Se originan en el túnel carpiano por detrás del retináculo flexor. Divergen entre sí en la parte superior de la celda palmar media, donde ocupan el plano superficial, inmediatamente cubiertos por la aponeurosis palmar. Se cuentan cinco ramos terminales, que son:

1. **Primer ramo:** ramo muscular tenariano (**fig. 62-16**). Motor, muy corto, desde su origen se dirige lateralmente rodeado de un tejido fibroso adherente, unas veces cruzando el borde inferior del retináculo flexor, otras perforándolo cerca de este borde. Se lo reconoce con facilidad por su dirección perpendicular a las fibras musculares tenarianas. En la eminencia tenar se divide en: un ramo superficial para el músculo abductor corto del pulgar y dos ramos profundos, uno para el oponente y otro para la cabeza superficial del flexor corto del pulgar. Este último puede originarse del 2.º ramo del mediano. El ramo tenariano se comunica en la eminencia tenar con el ramo profundo del nervio ulnar [cubital].
2. **Segundo ramo:** nervio digital palmar del pulgar (**figs. 62-17** y **62-18**). Exclusivamente cutáneo, sigue al tendón del flexor largo del pulgar y cruza la cara anterior de la articulación metacarpofalángica. Se divide en colaterales palmares lateral y medial del pulgar. Este último puede originarse en forma independiente.
3. **Tercer ramo** (**figs. 62-17** y **62-18**): oblicuo hacia abajo y lateral, se sitúa en el lado medial del **1.er lumbrical**, al que inerva por su cara anterior; se dirige luego al lado lateral de la articulación metacarpofalángica y se divide en un ramo anterior, que constituye el **nervio digital palmar lateral** del índice, y otro posterior, que forma su **nervio digital dorsal lateral**.
4. **Cuarto ramo** (**figs. 62-17** y **62-18**): desciende en sentido vertical por delante del 2.º espacio intermetacarpiano, donde da la inervación para el 2.º lumbrical, al que penetra por su cara anterior. En la raíz de los dedos se bifurca: el ramo lateral hacia la parte medial del índice, el ramo medial hacia la parte lateral del dedo medio. Cada uno de estos ramos, llegados a su dedo respectivo, se bifurca para proporcionar en cada dedo el digital palmar y el digital dorsal.
5. **Quinto ramo** (**figs. 62-17** y **62-18**): situado en el 3.er espacio intermetacarpiano, donde recibe un **ramo comunicante** del nervio ulnar [cubital], y en la raíz de los dedos, proporciona el digital palmar medial del dedo medio y el digital palmar lateral del anular. Cada uno de estos digitales palmares provee el digital dorsal correspondiente.

Los **digitales palmares propios** emanados del mediano salen de la celda palmar media por el espacio comisural en compañía de una arteria con la cual forman el **eje vasculonervioso colateral** (medial y lateral) de cada dedo, situado en la tela subcutánea, por fuera de la vaina fibrosa de los flexores. Recordemos que cada digital palmar envía un digital dorsal a la parte correspondiente de cada dedo (**fig. 62-19**).

Ramos comunicantes

El mediano se comunica:

A. En el brazo:

- Con el musculocutáneo.

B. En el antebrazo y la mano:

- Con el ulnar [cubital] en el tercio superior (inconstante).
- Con el palmar superficial en el 3.er espacio interóseo.
- Con el palmar profundo del ulnar (inconstante).
- Con el cutáneo antebraquial medial por el ramo cutáneo palmar.

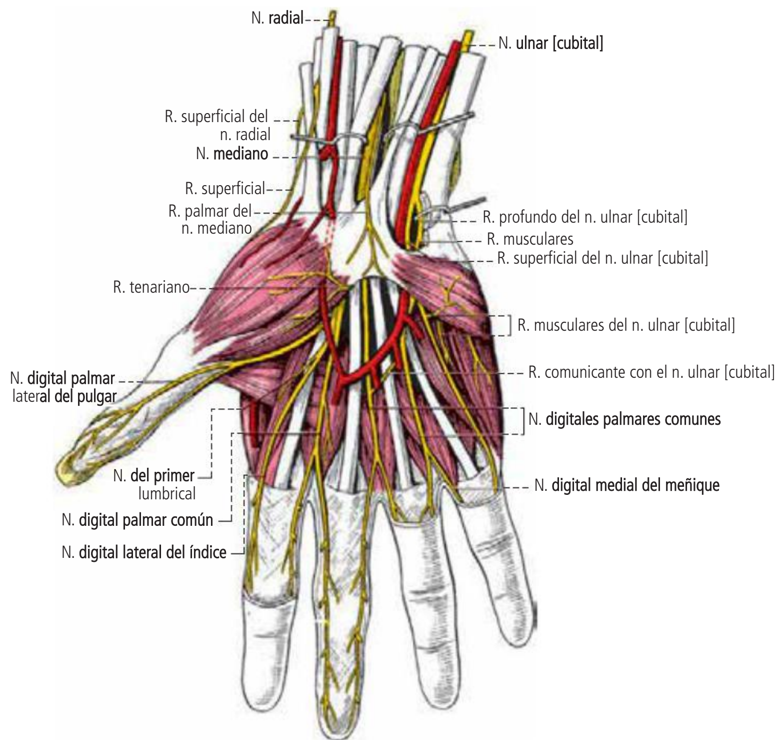


Fig. 62-17. Nervios palmares superficiales.

En el ser vivo

Acción motora

El mediano, por los músculos que inerva, asegura:

- La **pronación**: pronador redondo y pronador cuadrado.
- La **flexión** de la mano sobre el antebrazo: músculos flexores.
- La **flexión** de las falanges media y distal de los dedos: flexores comunes.
- La **flexión** de las dos falanges del pulgar: por el flexor largo del pulgar.
- La **oposición** del pulgar y sus movimientos.

Acción sensitiva

El territorio palmar está representado en la **figura 62-19**. Excede hacia la cara dorsal de los dedos: falanges distales de los dedos índice, medio y anular.

Acción trófica

Muy rico en fibras simpáticas, el nervio mediano dirige la función trófica de los músculos que inerva y la de los tegumentos de la palma. Comanda la vasomotricidad de las arterias del brazo, el antebrazo y la mano que están en relación con él. En la región anterior del carpo es donde el mediano está más amenazado, sea por las heridas que lo seccionan, junto con los tendones flexores, por encima del retináculo flexor, o en los traumatismos del carpo, donde los desplazamientos óseos del semilunar pueden comprimirlo contra el retináculo flexor. También puede ser alcanzado en las fracturas de la extremidad inferior del húmero, en la fosa del codo.

Su parálisis es muy grave, pues este nervio dirige los movimientos esenciales de la prensión, en especial el cierre de los dedos sobre el objeto que se va a asir. Además, los trastornos vasomotores que suscitan estas parálisis afectan la función trófica de la mano, de los dedos y de sus articulaciones.

NERVIO ULNAR [CUBITAL]

Se origina en el **fascículo medial del plexo braquial**, al mismo tiempo que este da la raíz medial del nervio mediano. Es un nervio voluminoso, cuyas fibras dependen de las raíces C7, C8 y T1 del plexo braquial.

Trayecto

Se origina en la región axilar y termina en la palma. Sigue, al principio, al igual que el mediano, la cara medial del brazo, pero situado en la región posterior detrás del tabique intermuscular medial. Llegado al **epicóndilo medial**, pasa **detrás** de él y desciende por la cara posterior de la articulación del codo, entre el epicóndilo medial y el olécranon, hasta el extremo superior de la diáfisis ulnar [cubital]. Rodea de adelante hacia atrás el compartimento anterior del antebrazo y se sitúa en su parte medial, donde sigue al músculo flexor ulnar [cubital] del

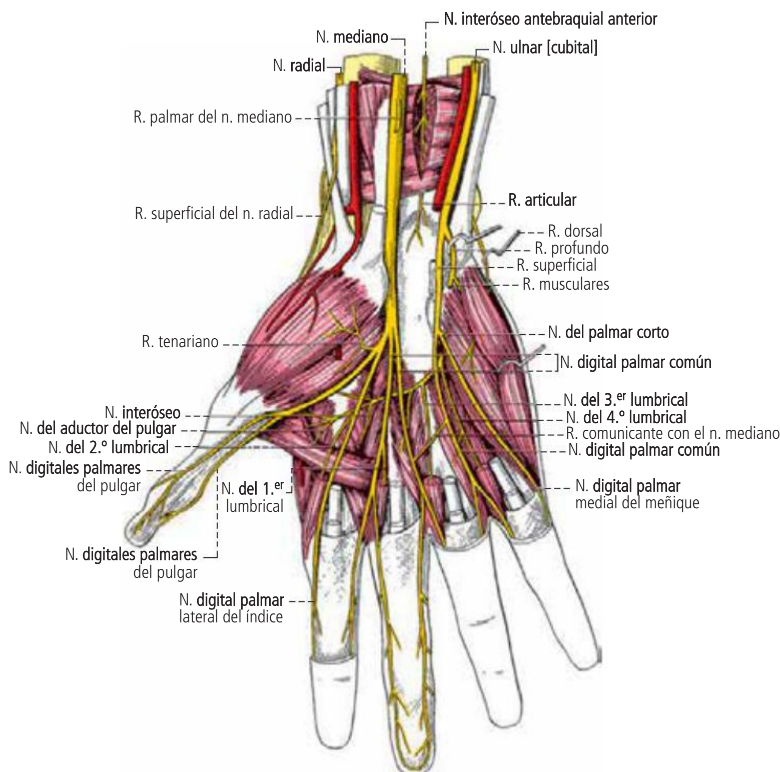


Fig. 62-18. Nervio mediano y ramos superficial y profundo del nervio ulnar [cubital].

carpo, su músculo satélite, y llega así a la región carpiana. Pasa **superficial** al retináculo flexor y se divide, en contacto con los músculos hipotenares, en dos ramos terminales. No proporciona colaterales en el brazo, pero sí los suministra en el antebrazo.

Relaciones

En la fosa axilar

En el **eje vasculonervioso axilar** se ubica entre la arteria y la vena axilares, en compañía del cutáneo antebraquial medial, que se encuentra medialmente a él (véase **fig. 62-5**).

Junto a estos elementos, se aplica hacia atrás sobre el subescapular y luego sobre los tendones del redondo mayor y del dorsal ancho. Está oculto adelante por los planos musculoaponeuróticos de la pared anterior de la fosa axilar. En los movimientos de abducción del brazo se acerca algo a la articulación glenohumeral.

En el brazo

En el tercio superior, al igual que en la fosa axilar, sigue del lado posteromedial de la arteria, pero aparece entonces el tabique intermuscular medial: el nervio ulnar [cubital] pasa **por detrás** de este, sin perforarlo, mientras que el eje vasculonervioso braquial, con el nervio mediano, pasa por adelante (**fig. 62-20**).

El nervio ulnar [cubital] se encuentra así en el **compartimento posterior** del brazo, junto con el músculo tríceps braquial, en contacto con la cabeza medial del tríceps, acompañado por la arteria colateral ulnar [cubital] superior, rama de la braquial.

En el codo

El nervio ulnar [cubital] pasa entre el epicóndilo medial y el olécranon [canal epitrócleo-olecraneano] donde está cubierto por la piel y el ligamento epitrócleo-olecraneano [de Testut] (**fig. 62-21**). Más abajo, el nervio penetra entre las inserciones de origen del flexor ulnar [cubital] del carpo, llega a la cara anteromedial del antebrazo y rodea a la ulna [cúbito] cubierto por la cabeza ulnar [cubital] del músculo. Luego se sitúa profundo a los músculos epicondíleos mediales, medial al flexor superficial de los dedos, en la cara profunda del flexor ulnar [cubital] del carpo.

En el antebrazo

Está situado en el fondo del intersticio entre el flexor ulnar [cubital] del carpo y el flexor superficial de los dedos (**fig. 62-22**). Se lo puede proyectar por una línea que une el epicóndilo medial con el borde lateral del pisiforme, paralelo al borde anterior del **flexor ulnar [cubital] del carpo**, su músculo satélite. Se aplica sobre el flexor profundo de los dedos, en cuya vaina está contenido. En el tercio medio del antebrazo lo alcanzan la arteria

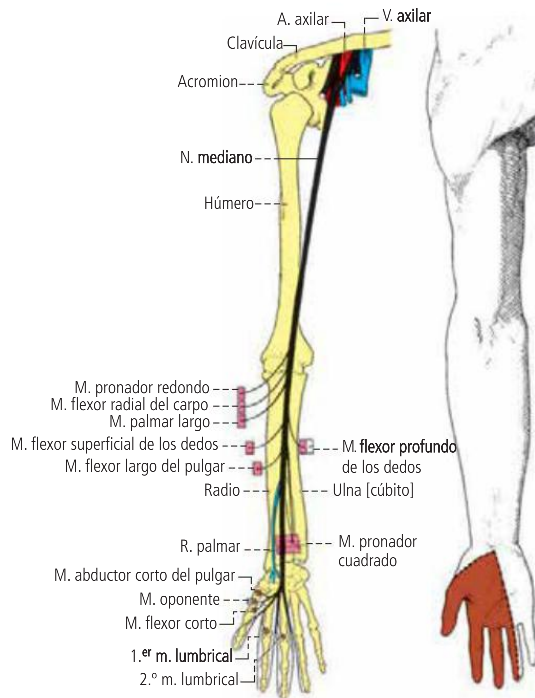


Fig. 62-19. **Esquema de la distribución del nervio mediano. A la derecha, territorio cutáneo (según Pitres y Testut).**

y las venas ulnares [cubitales], que se sitúan paralelas a él lateralmente. En el tercio inferior, el nervio se ubica en el intersticio entre el flexor superficial y el flexor ulnar [cubital] del carpo, por delante del pronador cuadrado. Sigue al tendón del flexor ulnar [cubital] del carpo, que se inserta en el pisiforme. Se vuelve así superficial, subfascial.

En la región carpiana

El ulnar [cubital] pasa por delante del retináculo flexor sobre el cual está aplicado, con los vasos ulnares [cubitales], por una expansión del tendón del flexor ulnar [cubital] del carpo, lo que constituye el **conducto (canal) ulnocarpiano** [canal de Guyon] (**fig. 62-23**).

Distribución

En su trayecto braquial, el nervio ulnar [cubital] no suministra ramos.

Ramos colaterales

Aparecen en el antebrazo y son:

- **Ramos articulares:** se originan en el canal entre el epicóndilo medial y el olécranon, y van a la parte posterior y medial de la articulación del codo en número variable.
- **Ramos musculares:** se originan a diferentes alturas. Los ramos para el **flexor ulnar [cubital] del carpo**, en número de dos o tres, penetran el músculo por su cara profunda y se reparten en el cuerpo muscular. El **flexor profundo de los dedos** puede recibir uno o dos nervios que se distribuyen por los fascículos mediales del flexor. Recordemos que los dos fascículos laterales están inervados por el mediano.
- **Ramo dorsal del nervio ulnar [cubital]** (**figs. 62-24** y **62-25**): se desprende del ulnar tres o cuatro traveses de dedo por encima del pisiforme y se mantiene medialmente, y pasa entre el tendón del músculo flexor ulnar [cubital] del carpo y la ulna [cúbito] para alcanzar los tegumentos del dorso de la mano, dividiéndose en tres ramos:

  A. Medial: sigue el borde medial de la mano y forma el nervio digital dorsal medial del meñique.

  B. Medio: da ramos a la piel y se dirige al extremo inferior dorsal del 4.º espacio intermetacarpiano, originando el digital dorsal lateral del meñique o inervando la piel de la cara dorsal de la falange proximal del anular.

  C. Lateral: en el extremo superior del 2.º o 3.er espacio intermetacarpiano, se comunica con un ramo del radial. Se dirige a la parte inferior del 3.er espacio suministrando filetes a la cara dorsal de la falange proximal del anular, parte lateral, y a la cara dorsal de la falange proximal del dedo medio, parte medial.

Ramos terminales

El nervio ulnar [cubital] se bifurca en la región anterior del carpo en un ramo superficial y otro profundo.

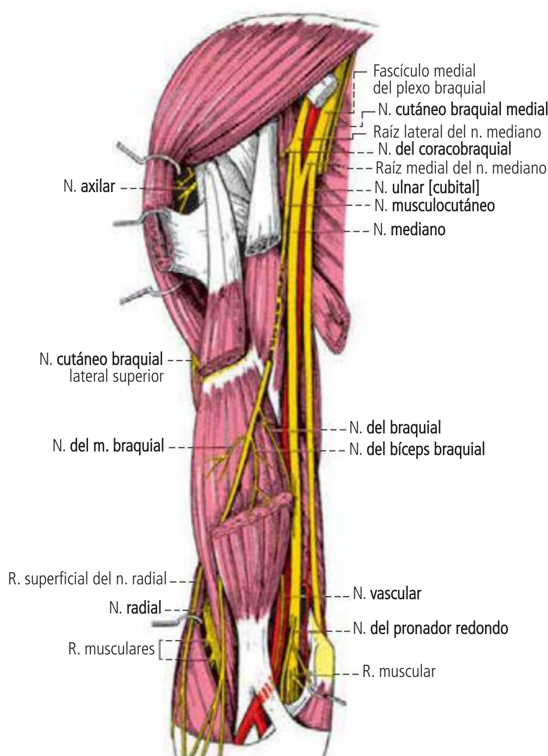


Fig. 62-20. **Músculos y nervios profundos del brazo, vista anterior. Compartimento braquial anterior derecho.**

A. Ramo superficial (**fig. 62-24**): se dirige verticalmente hacia abajo, llega a la eminencia hipotenar, se desliza bajo la fascia de la eminencia, acompañado por la arteria ulnar [cubital], que va a constituir el arco palmar superficial. Poco después de su origen (**fig. 62-17**) proporciona ramos que inervan la piel y el pequeño músculo **palmar corto**. Penetra en seguida en la celda palmar media, delante de los tendones flexores superficiales, y se divide en: **ramo medial**, que cruza oblicuamente la eminencia hipotenar y forma el digital palmar propio del meñique. **Ramo lateral**, que debajo de la aponeurosis palmar desciende por el 4.º espacio intermetacarpiano y en su extremo inferior se divide en un ramo medial que va a formar el digital lateral del meñique y un ramo lateral que constituye el digital palmar propio del dedo anular; de este se desprende el nervio digital dorsal correspondiente. Este último se comunica con el mediano. Estos nervios digitales se comportan como sus homólogos provenientes del mediano: envían el digital dorsal y terminan en el tejido superficial de los dedos correspondientes junto con los vasos colaterales.

B. Ramo profundo (**figs. 62-24** y **62-26**): es motor. Oblicuo abajo, atrás y lateralmente, acompañado por los vasos palmares profundos, se desliza en los orígenes del flexor del meñique, y pasa entre este y el abductor del meñique, bajo el arco del ligamento tendido entre el pisiforme y el gancho del hueso ganchoso. Se aplica sobre la cara medial del gancho del hueso ganchoso, cruza la cara anterior del oponente, queda oculto por el flexor del meñique y aparece en el borde lateral de la eminencia hipotenar. Llega a la celda palmar media y se dirige al aductor del pulgar (véase **fig. 62-16**). Se relaciona con los metacarpianos centrales (en la unión de su base con el cuerpo) y los músculos interóseos; el ramo profundo del ulnar [cubital] está separado de ellos por la fascia profunda, por detrás de los tendones flexores y los lumbricales. Al principio, ubicado por encima del arco palmar profundo, lo cruza por adelante o por atrás, para situarse abajo. Describe una curva cóncava hacia arriba. Penetra en la celda tenar y llega al músculo aductor del pulgar. Este ramo describe, en su conjunto, una curva cóncava hacia arriba y en sentido lateral: arco nervioso palmar del nervio ulnar [cubital] (**fig. 62-27**). Por su concavidad proporciona solo algunos ramos que se pierden en las articulaciones carpianas. Por su **convexidad** proporciona (**figs. 62-26** y **62-27**):

- En su trayecto entre el pisiforme y el gancho del hueso ganchoso, la inervación para el aductor, el flexor y el oponente del meñique.
- Inervación para los dos últimos lumbricales, a los que penetra por sus caras profundas.
- Inervación a todos los músculos interóseos, palmares y dorsales, a los cuales llega por su cara palmar.

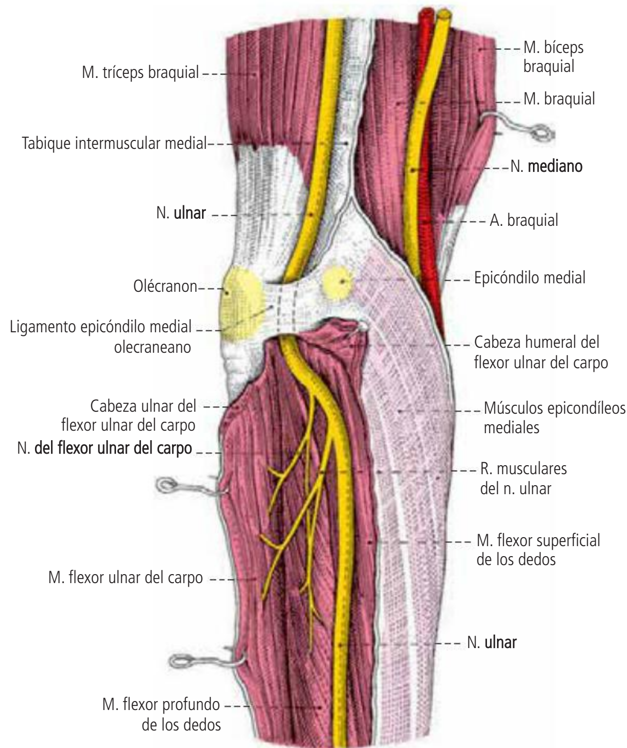


Fig. 62-21. **Nervio ulnar [cubital] en el codo y en la parte superior del antebrazo izquierdo.**

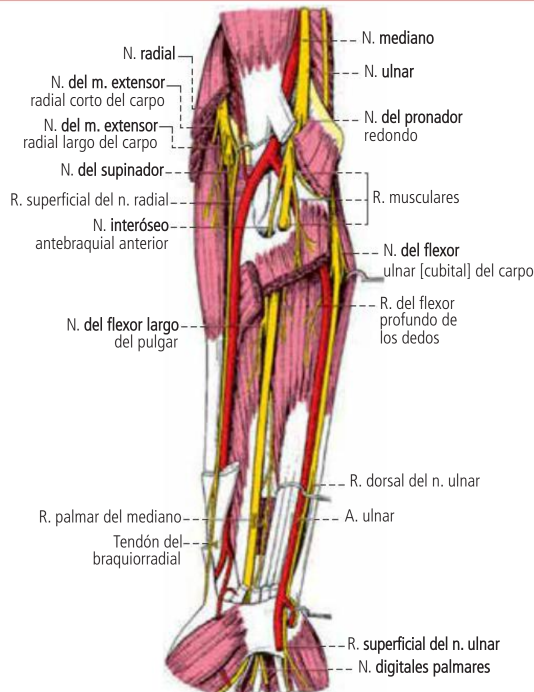


Fig. 62-22. **Nervios del compartimento anterior del antebrazo derecho; arterias radial y cubital.**

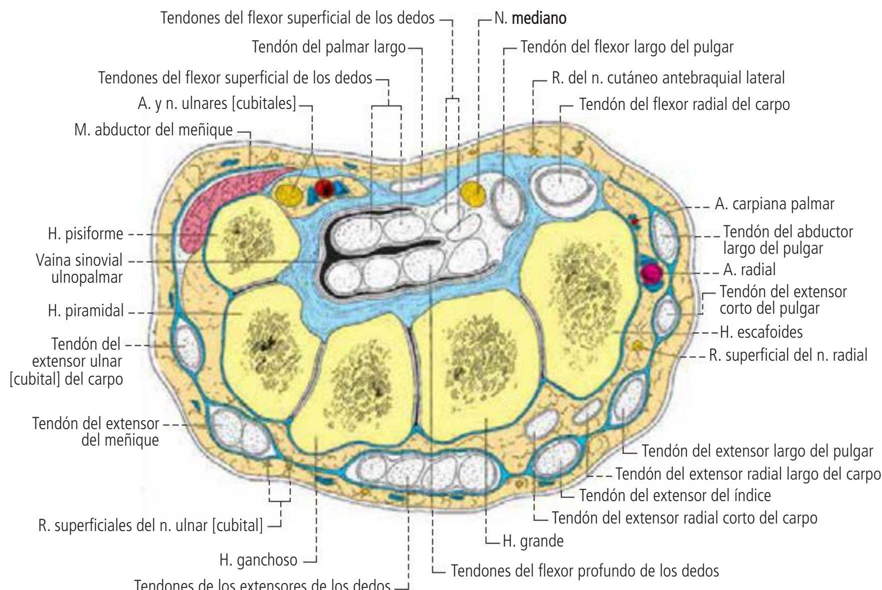


Fig. 62-23. **Corte horizontal de la región carpiana que pasa por la primera hilera de los huesos del carpo; segmento inferior del** corte, visto por su cara superior (según Castaigne y Soutoul).

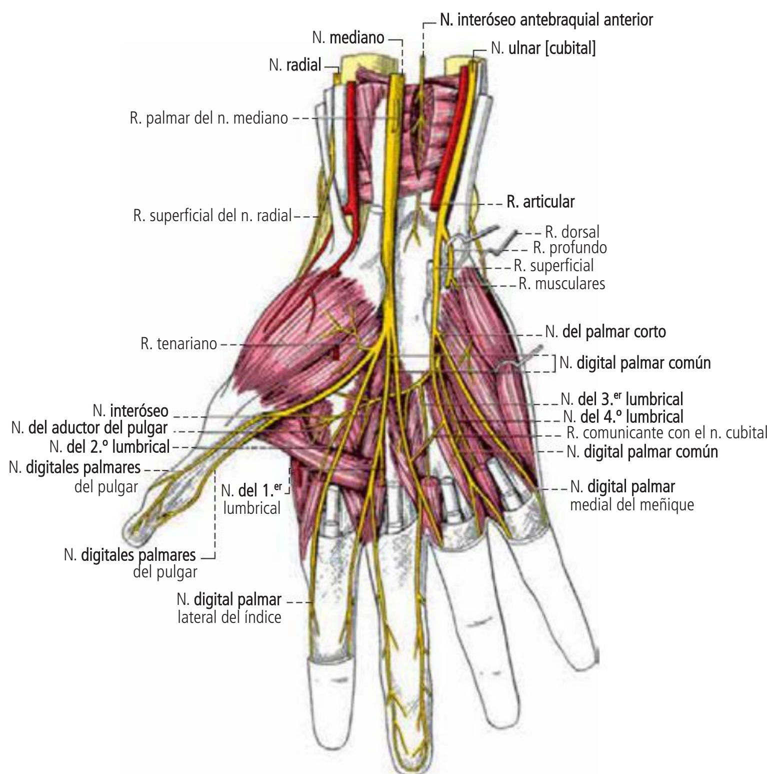


Fig. 62-24. **Nervio mediano y ramos superficial y profundo del nervio ulnar [cubital].**

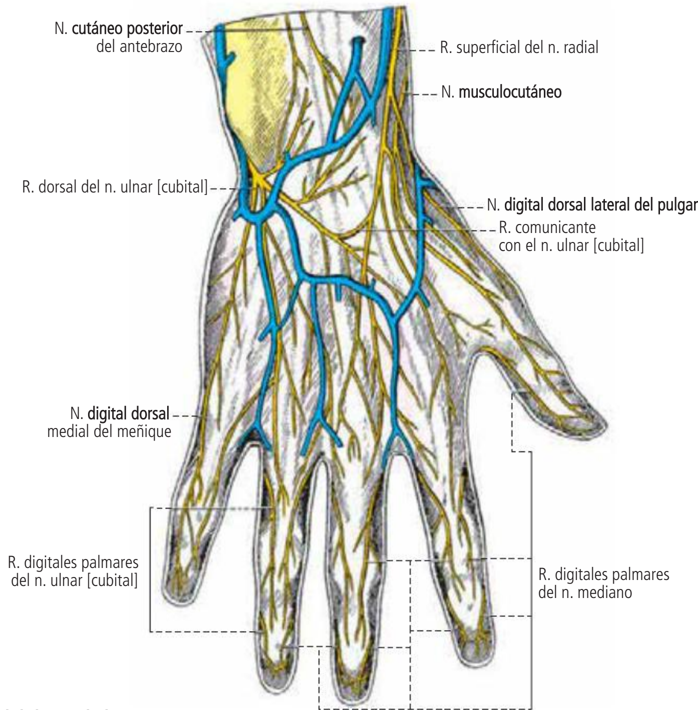


Fig. 62-25. Nervios del dorso de la mano.

– Ramos para el aductor del pulgar y para la cabeza profunda del flexor corto del pulgar (la cabeza superficial la inerva el mediano).

Ramos comunicantes

Se comunica con:

– El **nervio mediano**; en el tercio superior del antebrazo entre los flexores comunes, un filete une a ambos nervios; de este **ramo comunicante** surgen las variantes de inervación de los músculos de la eminencia tenar. En la palma, por un **ramo comunicante superficial** entre el ramo lateral del ulnar [cubital] y el último digital superficial del mediano. Un **ramo comunicante profundo** entre los ramos que inervan las cabezas del flexor corto del pulgar (ramo comunicante de Cannieu-Riche).

– El **nervio cutáneo antebraquial medial**, comunicación inconstante, reúne en la región carpiana el ramo dorsal del ner-

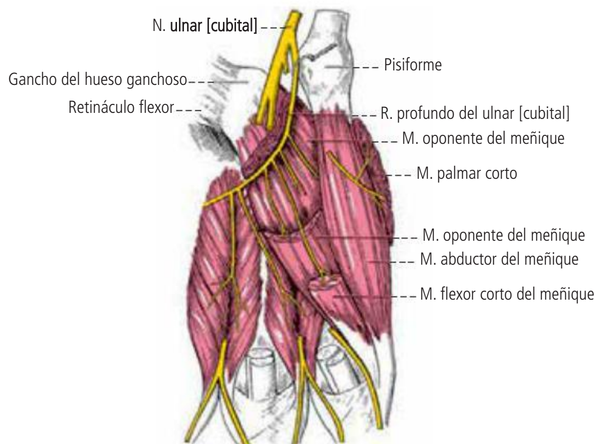


Fig. 62-26. Ramos motores de la eminencia hipotenar.

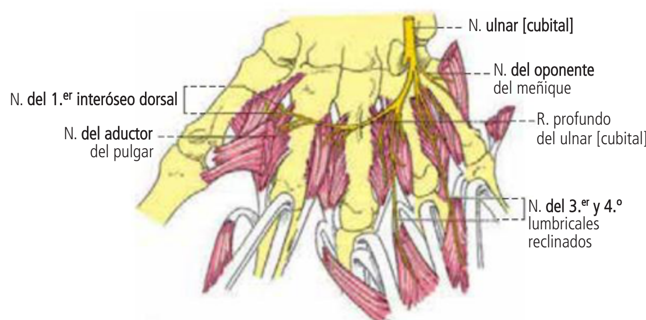


Fig. 62-27. Ramo profundo del nervio ulnar [cubital]. Nervios de los músculos interóseos de la mano.

vio ulnar [cubital] con filetes del ramo posterior del cutáneo antebraquial medial.

- El **nervio radial**, por ramos del nervio cutáneo dorsal que se unen a ramificaciones del ramo cutáneo lateral del ulnar [cubital].

En el ser vivo

Acción motora

Por los músculos que inerva, el ulnar [cubital] contribuye a:

- La **flexión** de la articulación radiocarpiana (flexor cubital del carpo).
- Los movimientos de **flexión** del meñique.
- La **flexión** de las falanges proximales de los dedos (por los lumbricales).
- Los movimientos de **lateralidad** de los dedos (por los interóseos).
- La **extensión** de las dos últimas falanges de los dedos (por los interóseos y los lumbricales).
- La **aducción** del pulgar.

Acción sensitiva

El territorio del ulnar [cubital] está representado en la **figura 62-28**. Cubre una parte de las caras palmar y dorsal de la mano y de los dedos.

Acción trófica

Se ejerce sobre los músculos que inerva y sobre la vasomotricidad de la arteria ulnar [cubital].

La parálisis ulnar [cubital] es muy grave desde el punto de vista funcional; se caracteriza por una garra en flexión del anular y el meñique, una atrofia de la eminencia hipotenar y de los espacios intermetacarpianos. La parálisis del aductor del pulgar se traduce por el "signo del diario".

El nervio ulnar [cubital], como el mediano, está amenazado en la región carpiana, así como a nivel del codo, donde es superficial hacia atrás. Comprimido en ciertos crecimientos fibrosos u óseos del codo, se puede recuperar su función trasponiéndolo por delante de la articulación del codo.

NERVIO CUTÁNEO ANTEBRAQUIAL MEDIAL [BRAQUIAL CUTÁNEO INTERNO]

Es un nervio únicamente sensitivo, que nace del fascículo medial del plexo braquial, medial y algo arriba del nervio ulnar [cubital]. Sus fibras proceden de las raíces C8 y T1.

Trayecto y relaciones

Nace en la fosa axilar y se encuentra en el eje vasculonervioso axilar, entre la arteria y la vena, medialmente al nervio ulnar [cubital] (**figs. 62-29** y **62-30**). Atraviesa la parte inferior de la fosa axilar y penetra, junto con los vasos braquiales y el nervio mediano, en la región anterior del brazo. Desciende medialmente a la arteria braquial, se dirige hacia la fascia braquial superficial en el punto donde la vena basílica se reúne con la vena braquial. Su trayecto se hace subcutáneo, situado en la cara medial del brazo, desde donde desciende verticalmente adosado a la vena basílica. Termina por bifurcación algo por encima de la interlínea del codo en un ramo anterior y otro ramo posterior.

Distribución

Ramos colaterales

Debajo de su origen suministra uno o dos filetes que perforan la fascia braquial y se distribuyen en los tegumentos de la cara medial del brazo. Pueden comunicarse con filetes del ramo cutáneo braquial lateral superior (nervio axilar).

Ramos terminales

Termina por dos ramos:

A. Ramo posterior: llegado a la cara posterior del antebrazo, se distribuye en la región posteromedial, desde el codo hasta la región carpiana. Se comunica con el nervio cutáneo antebraquial posterior del radial.

B. Ramo anterior: más voluminoso que el precedente, continúa al tronco y a nivel del codo se divide en ramos que pasan por delante y por detrás de la vena mediana basílica. Estos ramos descienden por la cara anterior del antebrazo

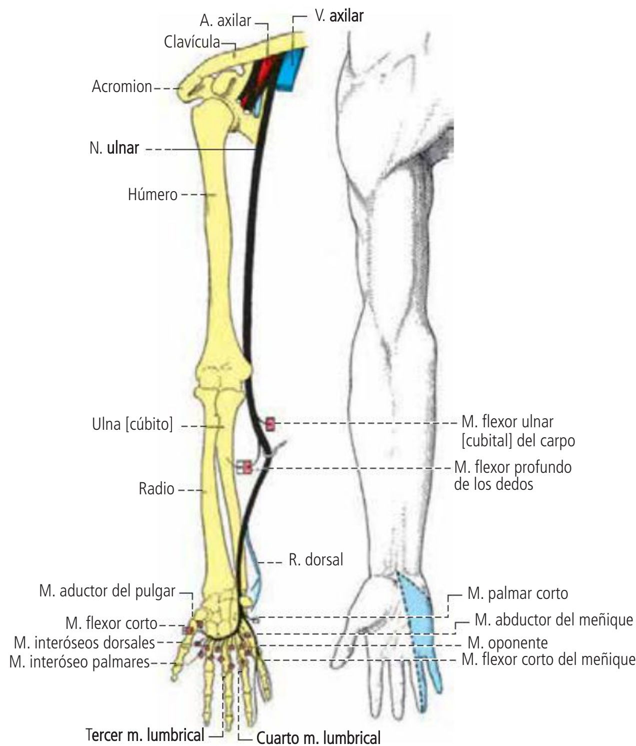


Fig. 62-28. **Trayecto y distribución del nervio ulnar [cubital]; su territorio cutáneo palmar (según Pitres y Testut).**

hasta el carpo, distribuyéndose en la región anteromedial. Proporciona un ramo que se une en la cara anterior del antebrazo con filetes del nervio musculocutáneo, y por encima de la articulación mediocarpiana, con un ramo del nervio ulnar [cubital].

En el ser vivo

El cutáneo antebraquial medial es un nervio únicamente sensitivo, cuyo territorio está extendido a la cara medial del miembro superior, desde la fosa axilar hasta la región carpiana (**fig. 62-30**).

NERVIO AXILAR [CIRCUNFLEJO]

Es un nervio mixto, del que se debe conocer, esencialmente, que es el **nervio motor del músculo deltoides**. Se origina a partir del fascículo posterior, en la fosa axilar. Sus fibras proceden de las raíces C5 y C6.

Trayecto y relaciones

En su **origen**, por debajo del borde inferior del pectoral menor y siempre por encima del borde inferior del pectoral mayor, es posterior, oculto por el eje vasculonervioso axilar, por detrás de la arteria axilar, contra el subescapular, arriba del nervio radial (**figs. 62-31** y **62-32**). Contornea el borde inferior del músculo subescapular y aquí lo alcanza la **arteria circunfleja humeral posterior**, que se sitúa, con sus venas, por encima del nervio axilar. Estos elementos atraviesan de adelante hacia atrás y de arriba hacia abajo el **espacio axilar lateral**, limitado:

- **Arriba**, por el borde inferior del subescapular y del redondo menor.
- **Abajo**, por el borde superior del redondo mayor.
- **Medialmente**, por el borde lateral de la cabeza larga del tríceps.
- **Lateralmente**, por el cuello quirúrgico del húmero.

El nervio pasa así por debajo de la articulación glenohumeral en contacto con su cápsula, y llega a la región posterior aplicado al borde inferior del redondo menor. Contornea el cuello quirúrgico del húmero, describiendo una curva cóncava hacia arriba y adelante, y termina en ramos musculares para el deltoides.

Distribución

Ramos colaterales

Proporciona dos ramos musculares y uno cutáneo:

A. Ramo del subescapular: lo penetra por su cara anterior.

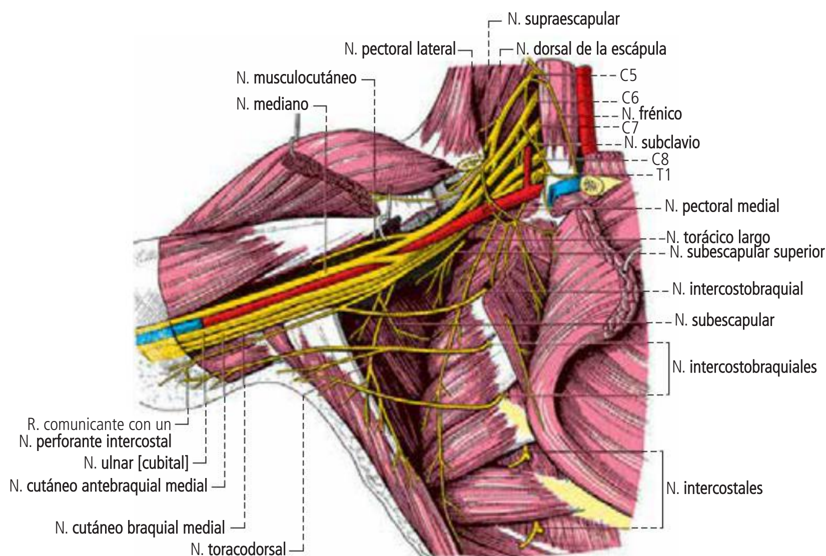


Fig. 62-29. Plexo braquial, vista anterior.

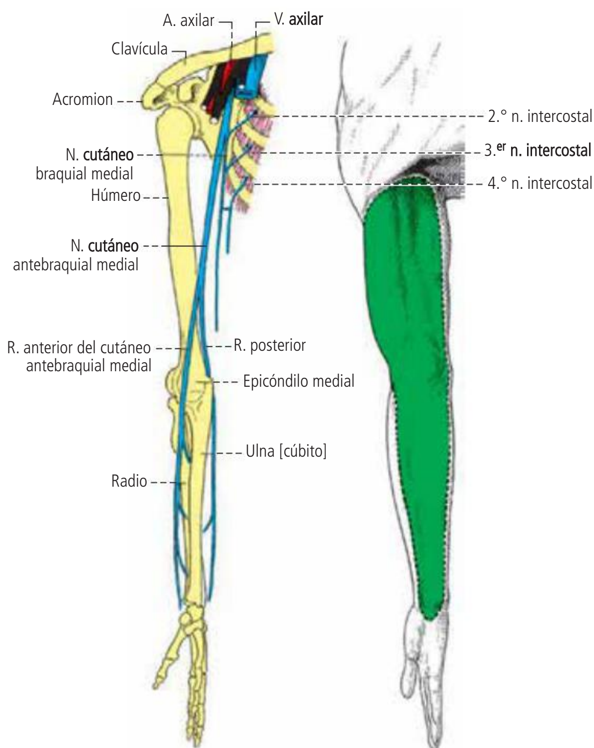


Fig. 62-30. Trayecto y distribución de los nervios cutáneos braquial medial del brazo y cutáneo antebraquial medial del antebrazo; su territorio cutáneo (según Pitres y Testut).

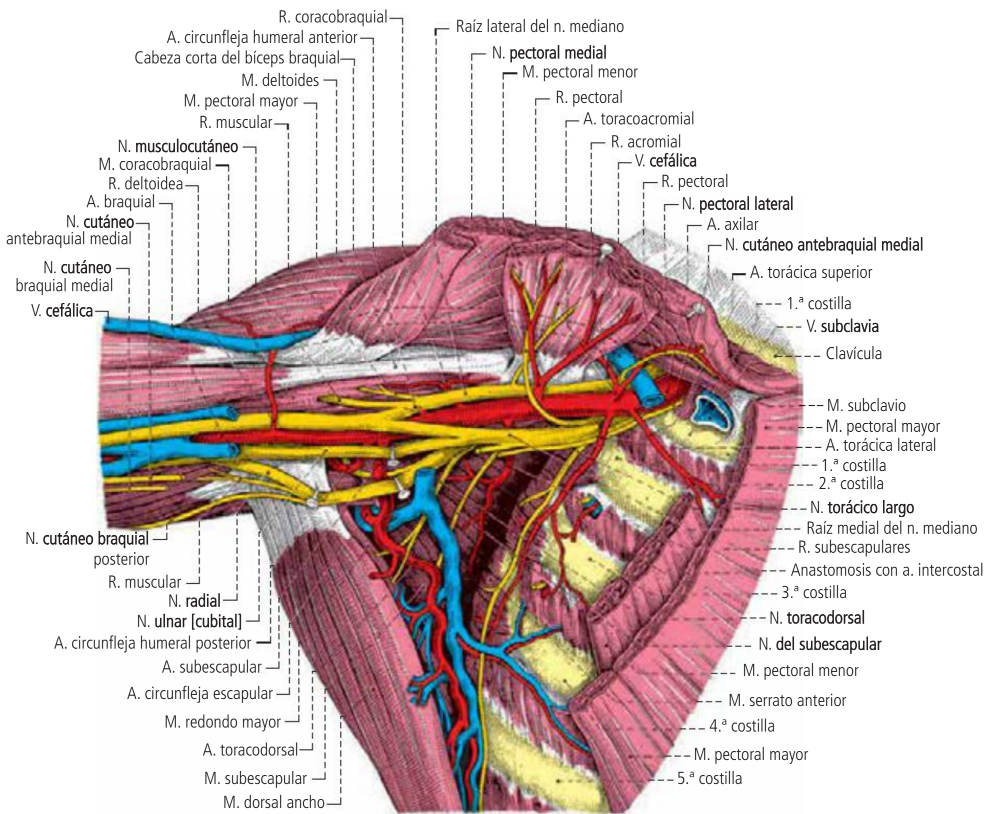


Fig. 62-31. Vasos y nervios de la fosa axilar derecha.

B. Nervio del redondo menor: se origina en el momento en que el nervio franquea de adelante hacia atrás el espacio axilar lateral. Se dirige en sentido medial y hacia arriba, y se pierde en el músculo.

C. Ramo cutáneo braquial lateral superior: este último rodea al borde inferior y posterior del deltoides, perfora la fascia y se agota en los tegumentos del hombro y de la cara lateral del brazo. Un filete se comunica con el nervio cutáneo braquial medial.

Ramos terminales

Numerosos y dispuestos en abanico, están destinados al deltoides, el que llegan por su cara profunda y de atrás hacia adelante. Estos ramos suministran pequeños ramos a la articulación glenohumeral.

En el ser vivo

Acción motora

Es preponderante, pues el deltoides, junto con el supraespinoso, son los músculos encargados de los primeros momentos de la **abducción** del brazo.

Acción sensitiva

El territorio del nervio axilar cubre la cara posterior del hombro, su cara lateral y las partes adyacentes del brazo.

El nervio axilar está amenazado en las luxaciones del hombro y en las fracturas del cuello quirúrgico del húmero. Su presencia es un obstáculo en el abordaje quirúrgico de la articulación del hombro por vía posterior. Su parálisis es grave, pues el deltoides, al que inerva, tiene una acción de abducción irreemplazable.

Cuando una luxación o una fractura impiden la abducción por la lesión del nervio axilar, el reconocimiento de la anestesia de su territorio cutáneo orienta el diagnóstico. La exploración de la sensibilidad del hombro es un acto elemental y necesario en el examen de un traumatizado de esta zona.

NERVIO RADIAL

El **nervio radial** representa la continuación del **fascículo posterior del plexo braquial**, luego del origen del nervio axilar. Muy voluminoso, más aplastado que el cubital y el mediano, sus fibras proceden de las raíces C5, C6, C7 y C8.

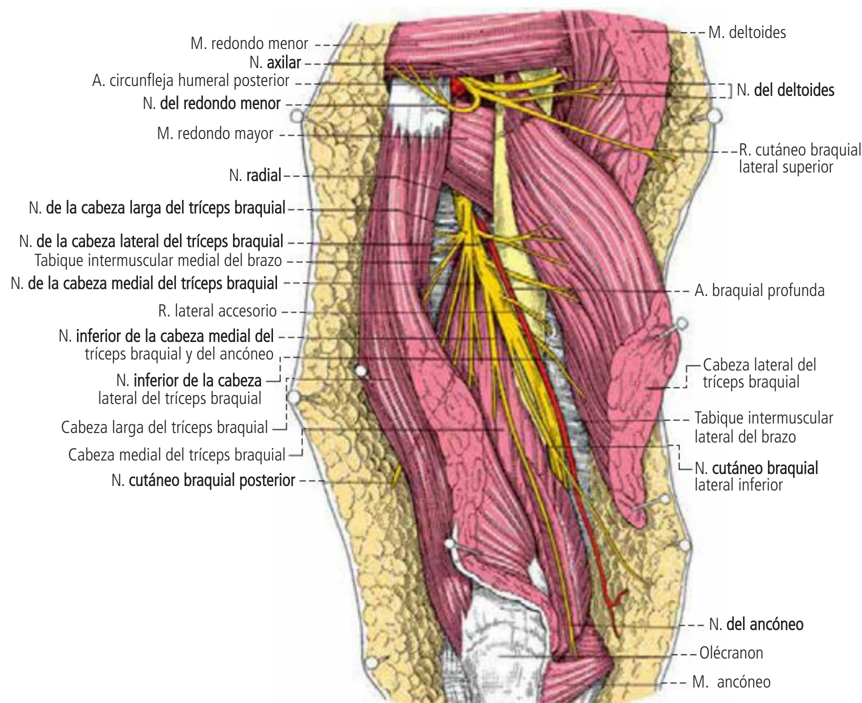


Fig. 62-32. Nervios axilar y radial en la región posterior del brazo.

Trayecto

Nace en la fosa axilar, en relación con el borde inferior del pectoral menor, y termina algo encima de la fosa del codo. Atraviesa verticalmente la parte inferior de la fosa axilar, siguiendo el eje vasculonervioso axilar. Llegado al brazo, penetra en el espacio axilar inferior y alcanza la cara posterior del húmero, aplicado contra la diáfisis humeral en el surco del nervio radial. Perfora de atrás hacia adelante el **tabique intermuscular lateral** para aparecer en la cara anterolateral del brazo, a unos cuatro traveses de dedo por encima del epicóndilo lateral. Transcurre en el surco bicipital lateral hasta la proximidad de la interlínea articular del

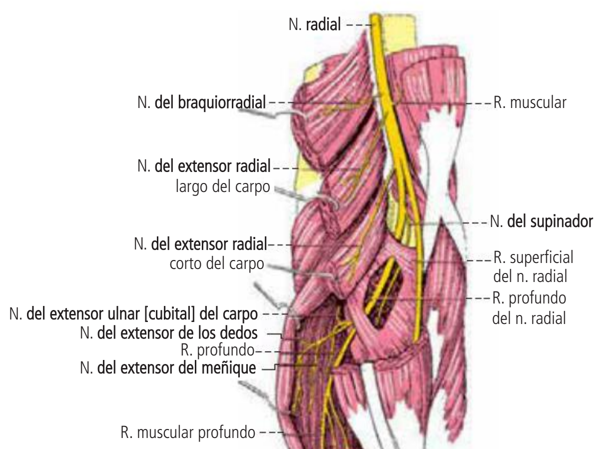


Fig. 62-33. Ramo profundo del nervio radial en su recorrido a través del músculo supinador (en el codo).

codo, en la cual se divide en dos ramos terminales en un punto variable.

Relaciones

En la fosa axilar

Está detrás de la arteria axilar. Algo por debajo del nervio axilar, se ubica delante del músculo subescapular. Luego cruza, también por adelante, a los tendones adosados del redondo mayor y del dorsal ancho (**fig. 62-31**). En su trayecto axilar, el radial cruza por delante a la arteria subescapular, rama de la axilar.

En el brazo

Se deben distinguir tres segmentos:

A. **Un segmento superior corto** (**fig. 62-31**): donde, abandonado por el nervio axilar, el nervio radial queda detrás del eje vasculonervioso y se aplica por delante de los tendones del redondo mayor y del dorsal ancho. Cuando llega al borde inferior de estos tendones, encuentra a la arteria braquial profunda, rama de la braquial. Con ella penetra en el **espacio axilar inferior**. Por este espacio llega a la región posterior del brazo. El **espacio axilar inferior** está limitado:

- **Arriba**, por el borde inferior del dorsal ancho.
- **Lateralmente**, por la diáfisis humeral.
- **Medialmente**, por el borde lateral de la cabeza larga del tríceps.

B. **En la región posterior del brazo** (**fig. 62-32**): está aplicado contra el húmero, en un surco bordeado por las inserciones de la cabeza lateral del tríceps por arriba y de la cabeza medial por abajo, a menudo reunidas lateralmente por un arco fibroso oculto por la cabeza larga del tríceps. Se dirige siempre con la arteria braquial profunda, de arriba hacia abajo y de medial a lateral. Llega así al tabique intermuscular lateral, al que perfora a nivel del borde lateral del húmero para pasar al compartimento anterior del brazo.

En el tercio inferior del brazo (**fig. 62-33**): el nervio radial está ubicado en el **surco bicipital lateral** comprendido entre el tabique intermuscular lateral atrás, el músculo braquial y el bíceps medialmente, el braquiorradial y el extensor radial del carpo lateralmente. En esta región (fosa del codo), la arteria braquial profunda se anastomosa con la recurrente radial.

Distribución

Ramos colaterales

Se separan del nervio en el brazo (**figs. 62-32** y **62-33**), en el siguiente orden:

1. **Nervio cutáneo braquial posterior:** se origina en la cara anterior del dorsal ancho, se dirige hacia abajo, llega por debajo de este al borde medial de la cabeza larga del tríceps, la rodea para pasar a la parte posterior, perfora la fascia braquial y se distribuye en la piel de la cara posteromedial del brazo.
2. **Nervio de la cabeza larga del tríceps:** originado en la fosa axilar, desciende por el borde medial de la cabeza larga y penetra en su parte media.
3. **Nervio de la cabeza medial del tríceps y ancóneo:** se origina a su entrada en el surco del nervio radial, y proporciona varios ramos para la cabeza medial del tríceps. Uno de estos ramos puede seguirse hasta el codo y penetrar en el ancóneo, al que inerva.
4. **Nervio de la cabeza lateral del tríceps:** se desprende debajo del precedente en el surco del nervio radial y se divide en varios ramos que se pierden en el músculo.
5. **Ramo cutáneo braquial lateral inferior:** se origina en la parte inferior del surco del nervio radial, perfora el músculo tríceps y a la fascia, y se distribuye en la piel de la cara posterolateral del brazo.
6. **Nervio del músculo braquiorradial:** nace en la parte inferior del surco bicipital lateral y penetra en el músculo por su cara profunda.
7. **Nervio del músculo extensor radial largo del carpo**: su origen se encuentra en el surco bicipital lateral, debajo del precedente, y penetra en el músculo por su cara profunda.
8. **Nervio del braquial**: puede originarse a la entrada del nervio radial en el surco bicipital lateral, para los fascículos musculares más laterales del braquial.

Ramos terminales

El radial se bifurca en un **ramo superficial**, anterior, sensitivo, y un **ramo profundo**, posterior, motor (**fig. 62-33**). Esta bifurcación se sitúa en un punto variable algo por arriba o a nivel de la articulación del codo, nunca por abajo.

Ramo superficial. Parece continuar el trayecto del nervio. Tiene menor diámetro que el ramo profundo. Situado en el surco bicipital lateral, junto con la arteria recurrente radial, al llegar a la inserción del bíceps en el radio se reúne con la arteria radial y desciende paralelo al borde anterior del braquiorradial. En la cara profunda de este músculo, en cuya vaina está envuelto, cruza, de arriba hacia abajo: al supinador, al pronador redondo y, por último, al flexor largo del pulgar. En el tercio inferior del antebrazo, el ramo superficial del radial pasa entre el braquiorradial y el músculo extensor radial largo del carpo, para perforar la fascia antebraquial y hacerse subcutáneo. Se divide aquí en tres ramos terminales que proporcionan los nervios digitales dorsales para el pulgar, el índice y, parcialmente, el medio (**fig. 62-34**):

A. **Ramo lateral:** que sigue el borde de la mano y constituye el digital dorsal lateral del pulgar, puede dejar un filete a la eminencia tenar (Lejars) que se distribuye, en parte, en la eminencia.
B. **Ramo intermedio:** que desciende en el 1.er espacio intermetacarpiano, da un filete lateral: el nervio digital dorsal medial del pulgar, y un filete medial que se agota en la piel de la cara dorsal de la falange proximal del índice.
C. **Ramo medial:** que se comunica con el nervio cutáneo dorsal del ulnar [cubital]. Inerva la piel del dorso de la mano y se divide en dos ramos, uno hacia la raíz del índice y el otro hacia la raíz del dedo medio; ambos inervan la piel que cubre la cara dorsal de la falange proximal de estos dedos.

Ramo profundo (**figs. 62-35** y **62-36**). Desde el surco bicipital lateral se dirige hacia abajo, en sentido lateroposterior, y penetra entre los dos planos de constitución del **músculo supinador**, en compañía de una arteriola procedente de la recurrente radial [anterior] junto con sus venas. Por intermedio del supinador, se relaciona con la cara anterior del **extremo superior del**

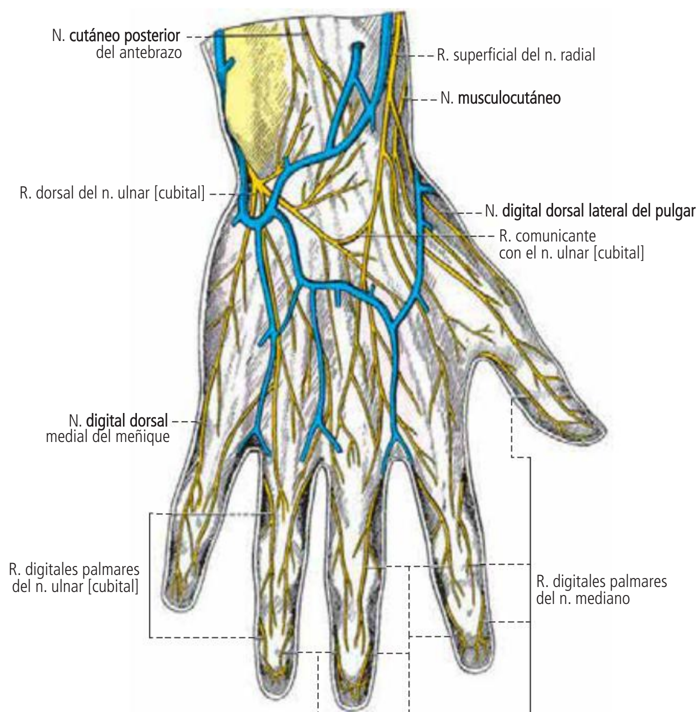


Fig. 62-34. Nervios del dorso de la mano.

radio, luego con la cara lateral y, por último, con la cara posterior. El ramo profundo emerge del borde posteroinferior del supinador entre los dos planos musculares de la región posterior del antebrazo y se expande en diversos ramos:

- **Ramo muscular para el músculo extensor radial corto del carpo:** en el surco bicipital se puede originar la inervación para este músculo, la que puede provenir del ramo superficial del radial.
- **Ramo muscular para el supinador:** este ramo proporciona la inervación para el músculo supinador cuando es atravesado.

Al emerger del supinador, el ramo profundo del nervio radial da los siguientes ramos:

- **Ramos posteriores:** para los tres músculos del plano superficial: extensor de los dedos, extensor del meñique y extensor ulnar [cubital] del carpo, que los penetran por su cara profunda.
- **Ramos anteriores:** para el plano muscular profundo, donde los filetes laterales inervan al abductor largo y al extensor corto del pulgar, y los mediales, para el extensor largo del pulgar y el extensor del índice. Éstos penetran por la cara posterior de estos músculos.
- **Nervio interóseo antebraquial posterior:** nervio propioceptivo que se aplica a la cara posterior de la membrana interósea, llega a la cara posterior del carpo, pasa profundo al retináculo extensor y se ramifica por la cara dorsal de las articulaciones carpianas y huesos del carpo.

En el ser vivo

Acción motora

El radial es el **nervio de la extensión**:

- Del antebrazo sobre el brazo, por el tríceps braquial.
- De la mano sobre el antebrazo, por los extensores radiales del carpo, el extensor ulnar [cubital] y los extensores digitales.
- De los dedos (falange proximal), por el extensor de los dedos y los extensores propios.

Asegura asimismo la **abducción del pulgar**: abductor largo y extensor corto, y contribuye a la flexión del antebrazo sobre el brazo por el braquiorradial.

Acción sensitiva

El territorio cutáneo del radial es posterior en el brazo y el antebrazo, dorsal a nivel de la mano y de los dedos (**fig. 62-37**).

Acción trófica

Es mucho menos importante que la de los nervios mediano y ulnar [cubital].

El radial es amenazado en las fracturas de la diáfisis humeral y en los traumatismos del codo.

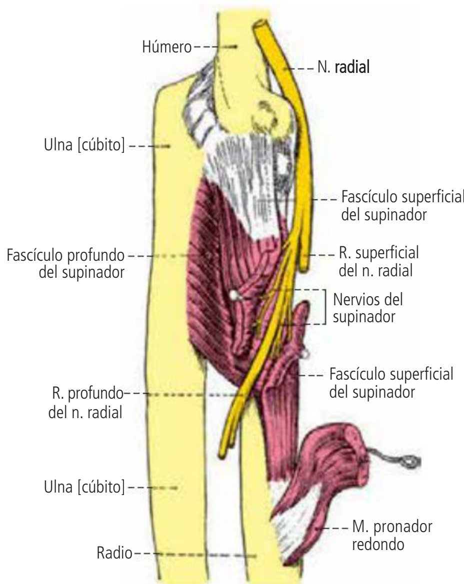


Fig. 62-35. Músculo supinador y sus nervios.

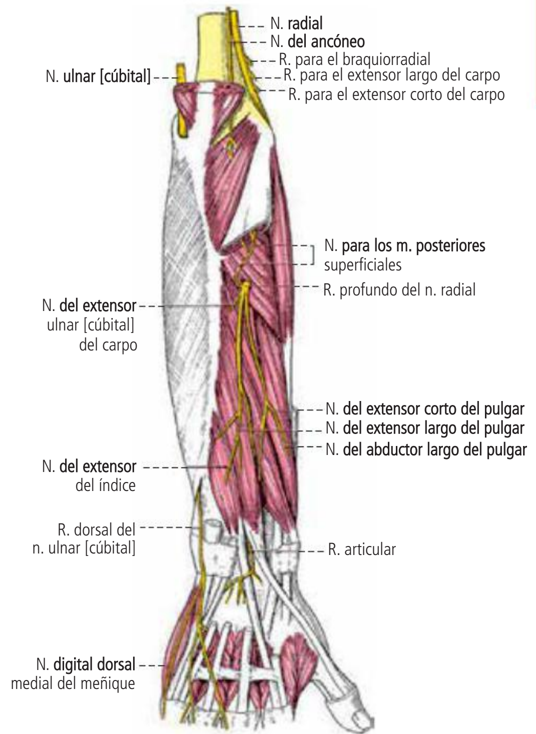


Fig. 62-36. Inervación de los músculos profundos de la cara posterior del antebrazo.

Su parálisis se reconoce por una posición especial de la mano que afecta la puesta en posición de esta y de los dedos en preparación para la prensión. Puede tratarse con un aparato de prótesis ortopédica que mantenga la mano y los dedos en extensión, permitiendo el juego de los flexores encargados de asir los objetos.

RESUMEN DE LA INERVACIÓN DEL MIEMBRO SUPERIOR

El miembro superior recibe nervios de tres órdenes: vasculares, motores y sensitivos.

Nervios vasculares

Dispuestos alrededor de las arterias, son vasoconstrictores y vasodilatadores. Provienen del tronco simpático y, a medida que se alejan de la raíz del miembro, se originan de los ramos del plexo braquial.

Nervios motores

Los músculos del hombro, el brazo, el antebrazo y la mano reciben sus nervios del plexo braquial o de sus ramos de expansión.

El **nervio radial** es el **nervio extensor**. Ocupa el plano posterior o dorsal del miembro e inerva todos los músculos que actúan en los movimientos de extensión o supinación.

Los **nervios mediano**, **ulnar [cubital]** y **musculocutáneo** son **nervios flexores**. Transitan por el plano ventral del miembro y se distribuyen en todos los músculos que desde el punto de vista funcional actúan en la flexión o en la pronación.

Nervios sensitivos

Destinados a todos los puntos donde deben recogerse impresiones: huesos, periostio, músculos, fascias, ligamentos, serosas articulares y piel (**fig. 62-38**). Cada uno de los nervios se distribuye en una parte determinada de los tegumentos, que se denomina **territorio**.

En el hombro. La cara anterior recibe sus nervios del ramo supraclavicular lateral del plexo cervical. La cara posterior, del ramo precedente y, en sus partes media e inferior, del axilar.

En el brazo. Se distinguen cuatro territorios:

A. Anterior: ocupa la parte media de la cara anterior del brazo. Corresponde a los límites del músculo bíceps braquial; es el territorio del nervio cutáneo braquial medial.

B. Posterior: ocupa la parte media de la cara posterior del brazo. Recibe sus nervios del radial.

C. Lateral: pertenece al axilar; corresponde al lado lateral del brazo a cuatro traveses de dedo por encima del epicóndilo lateral.

D. Medial: corresponde al cutáneo braquial medial, con su ramo comunicante con los nervios intercostobraquiales. Llega por abajo hasta el epicóndilo medial.

En el antebrazo. Se distinguen:

A. Territorio del **cutáneo antebraquial medial:** ocupa el lado medial del antebrazo.

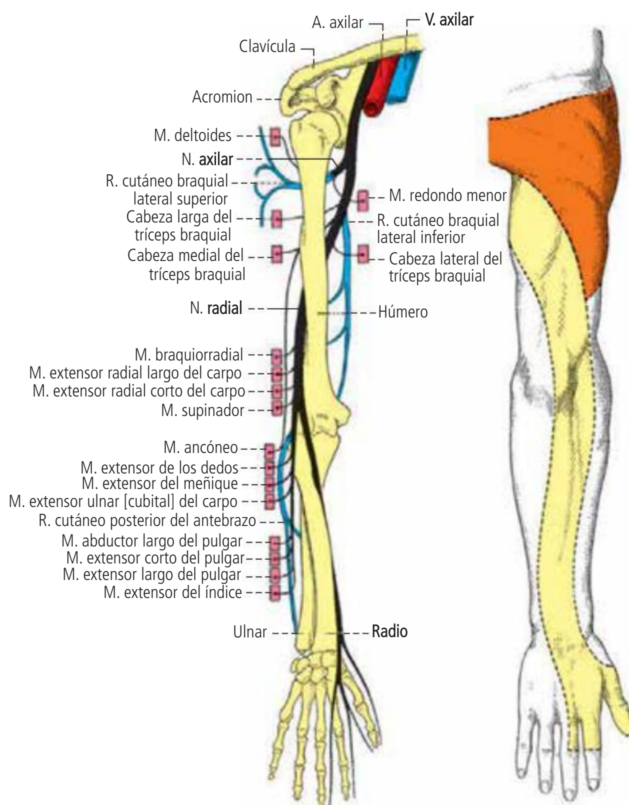


Fig. 62-37. Trayecto, distribución y territorio cutáneo de los nervios radial (en amarillo) y axilar (en naranja).

B. Territorio del **musculocutáneo**: corresponde al lado lateral. Se extiende desde algo por encima de la fosa del codo hasta la región del carpo. En la cara anterior, este territorio está en contacto con el precedente. En la cara posterior los separa una banda que corresponde al territorio del radial en el antebrazo; este continúa hacia abajo, al territorio radial del brazo.

En la región del carpo y en la mano. Se distinguen:

A. Cara palmar (fig. 62-39): dos territorios, el del mediano lateralmente y el del ulnar [cubital] medialmente, separados por una línea oblicua que partiendo del medio del carpo sigue la línea axial del dedo anular y termina en la extremidad de este dedo.

B. Cara dorsal (fig. 62-40): se distinguen tres territorios.

- **Territorio del ulnar [cubital]**: en el anular corresponde a la falange proximal y a la mitad medial de las otras dos falanges. En el dedo medio, a la mitad medial de la falange proximal.
- **Territorio del radial**: corresponde al dorso de la mano, al pulgar, a la falange proximal del índice y a la mitad lateral de la falange proximal del medio. Este territorio, con el precedente en sus puntos de contacto, presenta una zona mixta inervada a la vez por ambos nervios.
- **Territorio del mediano**: está reducido a los tres dedos del medio. En el índice, al dorso de las falanges media y distal. En el dedo medio, igualmente al dorso de las falanges media y distal. En el anular, solo a la mitad lateral de las falanges media y distal (la mitad medial pertenece al territorio del ulnar [cubital]).

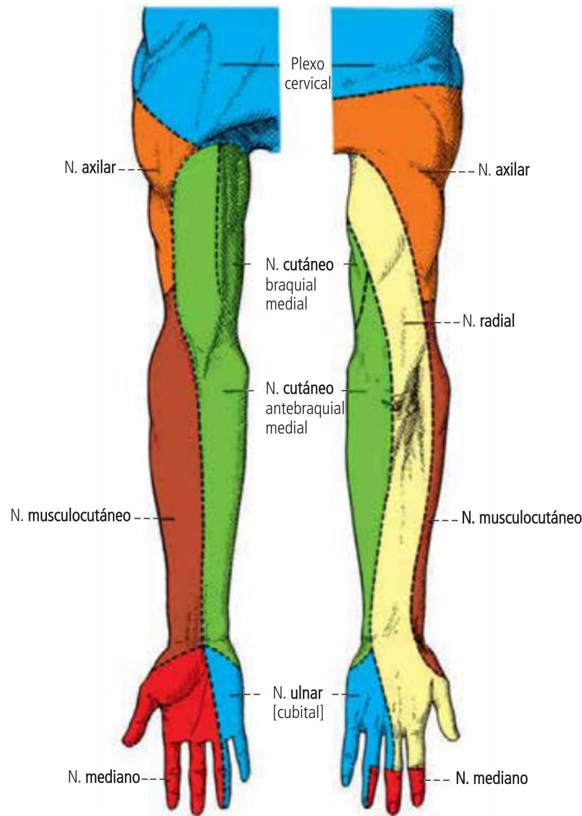


Fig. 62-38. Territorios sensitivos del miembro superior (según Pitres y Testut). A la izquierda, cara anterior; a la derecha, cara posterior.

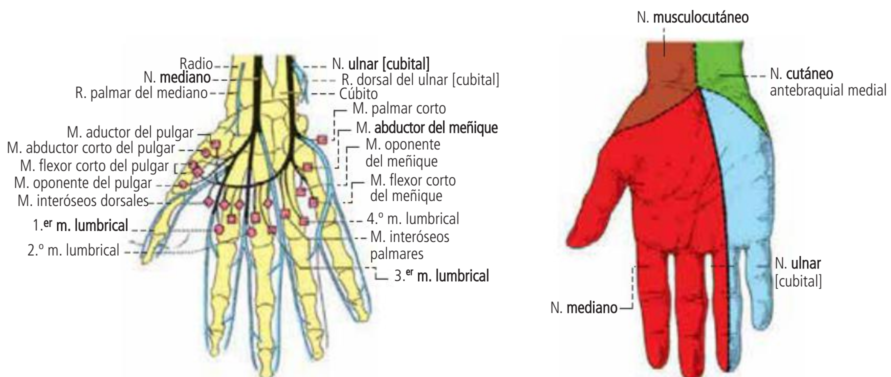


Fig. 62-39. Inervación de la mano, cara palmar (según Pitres y Testut).

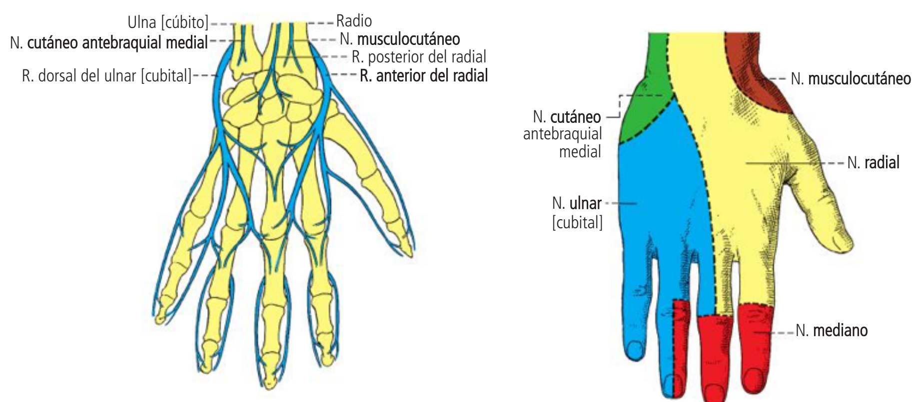


Fig. 62-40. Inervación de la mano, cara dorsal (según Pitres y Testut).

Véase **Caso clínico:** *Síndrome del Túnel Carpiano (STC) y Fractura diafisaria de húmero. Lesión del nervio radial*

Véase **Texto complementario:** *Regiones topográficas del miembro superior*

Miembro inferior

XII

Véase **Guía topográfica**: *Miembros inferiores*

Huesos del miembro inferior

63

El miembro inferior comprende cinco segmentos: la **cintura pélvica** y la parte libre con las regiones del **muslo**, la **rodilla**, la **pierna** y el **pie**.

CINTURA PÉLVICA

Está constituida por los dos **huesos coxales**, articulados atrás con el sacro y unidos entre sí adelante por la sínfisis del pubis. El **sacro** ya se ha estudiado con la columna vertebral. Se describen aquí, sucesivamente: el **coxal** y la **pelvis ósea** en general.

Hueso coxal

Hueso par, articulado posteromedialmente con el sacro, adelante y en el plano mediano con su homólogo contralateral; abajo y en sentido lateral, con el fémur. Primitivamente constituido por tres piezas óseas distintas (**figs. 63-1** y **63-2**), el **pubis** adelante, el **ilion** arriba y lateralmente, el **isquion** abajo y atrás, forma en el adulto un hueso único, en el cual se describen dos caras, cuatro bordes y cuatro ángulos.

Posición

Hacia arriba se debe ubicar la cresta ilíaca, lateralmente el acetábulo y adelante el pubis, formando un ángulo de 45° sobre el plano horizontal.

Descripción

Cara lateral (**fig. 63-1**): en su parte media presenta una amplia cavidad articular, el **acetábulo** [cótilo] (**fig. 63-2**). Es una cavidad redondeada, muy profunda, circunscrita por un reborde circular saliente, el **borde acetabular** [ceja cotiloidea]. Está interrumpido en su parte inferior por la **incisura acetabular** [isquiopúbica], mientras que los otros puntos de soldadura de las piezas óseas primitivas están apenas marcados (incisura iliopúbica e ilioisquiática). **El acetábulo** presenta dos partes distintas:

A. Una **no articular**, la **fosa acetabular**, de forma cuadrilátera. Uno de sus bordes, el inferior, corresponde a la escotadura acetabular.

B. Otra **articular**, la **carilla semilunar**, rodea a la precedente en forma de medialuna lisa, regular, cuyas extremidades terminan en la incisura acetabular. Posee dos ramas, anterior y posterior. La **anterior** se atenúa en forma gradual y termina en la parte más elevada de la escotadura. La **posterior** termina en una eminencia marcada debajo de la cual existe un surco.

Por encima del acetábulo se expande la **cara glútea** [fosa ilíaca externa], recorrida por dos líneas rugosas:

- La **línea glútea anterior** empieza en la **incisura ciática mayor** y se dirige hacia arriba y adelante, para finalizar en el borde anterosuperior del hueso coxal.

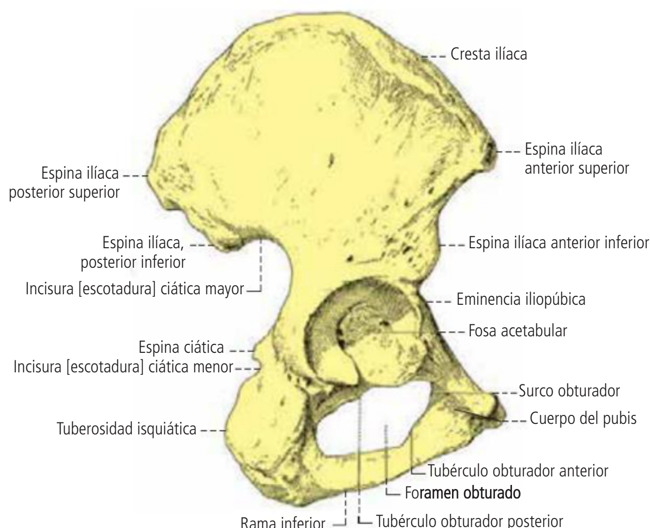


Fig. 63-1. Hueso coxal derecho, cara lateral.

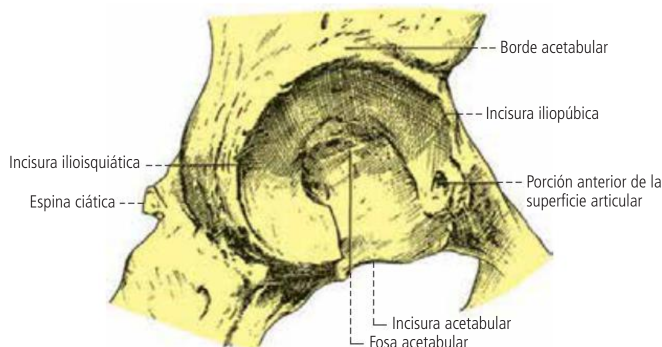


Fig. 63-2. Fosa acetabular, vista lateral.

– La **línea glútea posterior** se origina a 2 cm por detrás de la precedente, en la escotadura ciática mayor, sigue un trayecto ascendente y hacia atrás, terminando en el borde superior del hueso.

Estas líneas dividen la cara glútea del hueso en tres zonas:

A. Posterior, en cuya parte superior se inserta el **glúteo mayor**.
B. Media, más extensa, donde se inserta el **glúteo medio**.
C. Anterior, mucho más extensa, destinada al **glúteo menor**.

La cara glútea está separada del borde acetabular por una depresión rugosa: el **surco supracetabular**, para la inserción del tendón reflejo del recto femoral. Por delante de la línea glútea anterior presenta el **foramen nutricio del hueso**, dirigido oblicuamente hacia abajo y atrás.

Debajo del acetábulo se observa el **foramen obturador**. Está constituido por dos semicircunferencias, anterior y posterior, que se unen abajo pero divergen arriba para delimitar el **surco obturador** [canal subpubiano], dirigido en sentido oblicuo de arriba hacia abajo, lateromedialmente y de atrás hacia adelante. Da paso al nervio y a los vasos obturadores. En la semicircunferencia posterior, debajo de la incisura acetabular, se observa el **tubérculo obturador posterior**. En la semicircunferencia anterior se ve una saliente similar, el **tubérculo obturador anterior**, situado por delante del precedente. El foramen obturador está cerrado por la **membrana obturatriz**, algunos de cuyos ejes fibrosos se insertan en estos tubérculos.

Cara medial o interna (**fig. 63-3**): una cresta dirigida de arriba hacia abajo y de atrás hacia adelante, la **línea arqueada** [innominada], divide esta cara en dos:

A. Superolateralmente: se encuentra la **fosa ilíaca**, muy lisa a pesar de las inserciones amplias y firmes del músculo ilíaco. En su parte posterior se ve uno de los forámenes nutricios del hueso, dirigido hacia abajo y lateralmente.
B. Por **debajo** y **atrás**: se ven sucesivamente, de arriba hacia abajo: la **tuberosidad ilíaca**, rugosidad destinada a la inserción de los ligamentos sacroilíacos posteriores. La **cara auricular**, superficie articular que se aplica a una similar en el sacro, con forma de escuadra o de pabellón auricular. Una **superficie cuadrilátera** orientada medialmente y algo hacia arriba, lisa y plana, que corresponde por fuera al acetábulo. En su parte superior se inserta el **músculo obturador interno**. Abajo, una superficie menos extensa, orientada en sentido medial y un poco hacia abajo, al unirse con la precedente forma una saliente que con su homóloga opuesta constituyen el **estrecho medio de la pelvis**. Por último, delante y debajo de las superficies descritas, el foramen obturador.

Borde anterior (**fig. 63-4**): orientado hacia abajo (porción vertical), cambia bruscamente de dirección, en sentido medial y hacia adelante (porción horizontal); entre ambas se forma un ángulo obtuso ampliamente abierto. Este borde presenta, de arriba hacia abajo:

1. Una primera saliente: la **espina ilíaca anterior superior**, de interés topográfico. En ella se insertan los músculos anchos del abdomen, el ligamento inguinal, el sartorio y el tensor de la fascia lata.
2. Una **incisura** sin nombre, conocida como “incisura [escotadura] innominada”. Da paso al nervio cutáneo femoral lateral.
3. Una segunda saliente, la **espina ilíaca anterior inferior**, en la que se inserta el tendón directo del músculo recto femoral.
4. Una depresión o **incisura** amplia, por la cual se desliza el **músculo iliopsoas**.
5. Una tercera saliente, redondeada y obtusa, la **eminencia iliopúbica** [iliopectínea], en donde se inserta el arco iliopectíneo.
6. Una superficie triangular, que corresponde a la inserción del músculo pectíneo, la **superficie pectínea**, limitada atrás por una cresta cortante, la [pecten del pubis] **cresta pectínea**, continuación de la línea arqueada.
7. En el vértice medial de la superficie pectínea se encuentra un tubérculo saliente, el **tubérculo del pubis [espina púbica]**, donde se inserta el ligamento inguinal.
8. Medial a la espina púbica, hay una superficie rugosa para las inserciones del músculo recto del abdomen y del piramidal, la **cresta del pubis**. Medialmente a esta última, se ubica el ángulo anterior del coxal o ángulo del pubis.

Borde posterior (**figs. 63-1** y **63-3**): tiene una dirección casi vertical; presenta, de arriba hacia abajo:

1. Una primera saliente, redondeada y obtusa, la **espina ilíaca**

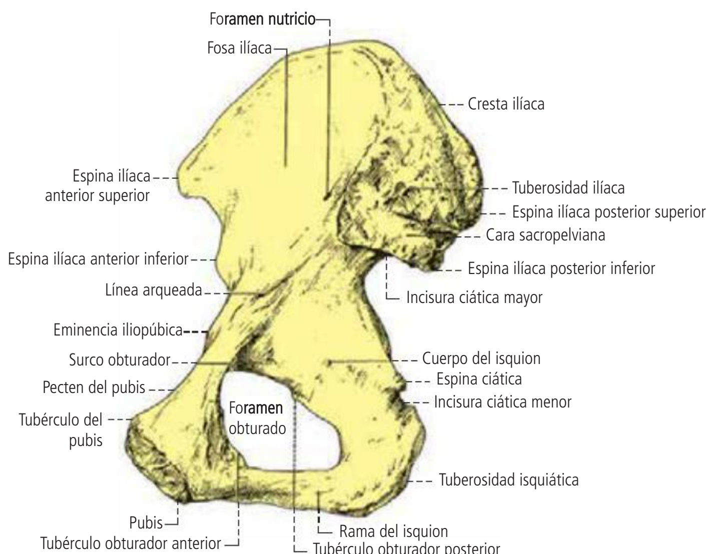


Fig. 63-3. Hueso coxal derecho, cara medial.

posterior superior. Tiene inserciones musculares y ligamentosas.

2. Una **incisura [escotadura]** sin nombre.
3. Una segunda saliente, la **espina ilíaca posterior inferior**, donde se insertan ligamentos y músculos.
4. Una incisura ancha y profunda, la **incisura ciática mayor**, por la que pasan: el músculo piriforme, los vasos y nervios glúteos superiores, los nervios ciático y glúteo inferior, los vasos glúteos inferiores y los vasos y nervios pudendos internos, que se distribuyen unos en el muslo, otros por la región perineal y otros en la región glútea.
5. Una eminencia triangular, aplanada en sentido transversal, la **espina ciática**, en cuyo vértice se inserta el **ligamento sacroespinoso**, en su cara lateral el músculo gemelo superior y por su cara medial, los fascículos más posteriores del músculo elevador del ano.
6. Por debajo de la espina ciática, una incisura más pequeña, la **incisura ciática menor**, por la cual pasan el músculo obturador interno y los vasos y nervios pudendos internos. Estos últimos, luego de salir de la pelvis por la incisura ciática mayor, cruzan la espina ciática, la rodean y entran de nuevo en la pelvis por la incisura ciática menor.
7. Por debajo de esta última escotadura una eminencia voluminosa: la **tuberosidad isquiática**, que forma el ángulo inferior del hueso.

Borde superior (**figs. 63-1** y **63-3**): es la **cresta ilíaca** configurada en forma de itálica. Cóncava medialmente en su mitad anterior, es cóncava lateralmente en su mitad posterior. Muy gruesa adelante y atrás, en su parte media es más delgada. Presenta dos labios (bordes) separados por una **línea intermedia** en la que se insertan los músculos oblicuo externo, oblicuo interno y transverso del abdomen. En el **labio externo**, por detrás de la espina ilíaca anterior superior, se puede observar un tubérculo que se proyecta hacia la cara glútea, el **tubérculo ilíaco**, producido por la inserción del músculo glúteo medio.

Borde inferior (**figs. 63-1** y **63-3**): se extiende desde el ángulo del pubis hasta el cuerpo del isquion. Está formado por la rama inferior del pubis y la rama del isquion. Se inclina hacia atrás, en dirección oblicua, divergente con el borde contralateral. Luego se inclina de forma brusca en sentido lateral separándose cada vez más del plano mediano. Por su dirección presenta: arriba, una faceta articular ovalada para el pubis del lado opuesto, la **superficie de la sínfisis**. Abajo, numerosas rugosidades en las cuales se insertan la fascia del periné, las partes posteriores de los cuerpos cavernosos del pene o del clítoris (aparato eréctil), los músculos isquiocavernosos, así como los músculos grácil y aductor mayor.

Ángulo anterosuperior: espina ilíaca anterosuperior.

Ángulo posterosuperior: espina ilíaca posterosuperior.

Ángulo medial: formado por la superficie de la sínfisis del pubis.

Ángulo posteroinferior: formado por la **tuberosidad isquiática**, representa una de las partes más gruesas del hueso coxal. En su parte medial se insertan los músculos isquiocavernoso y transverso superficial del periné. En su parte lateral se inserta el aductor mayor. Su parte posterior, convexa y ancha, da inserción al cuadrado femoral y, algo más abajo, a los músculos del compartimento femoral posterior: semitendinoso, semimembranoso y bíceps femoral.

Estructura

El hueso coxal está constituido a la manera de un **hueso plano** (**fig. 63-5**), formado por dos láminas de hueso compacto que cubren el hueso esponjoso, de espesor variable.

Las regiones **más delgadas** son la pared situada entre la fosa ilíaca y la fosa glútea, así como la fosa acetabular.

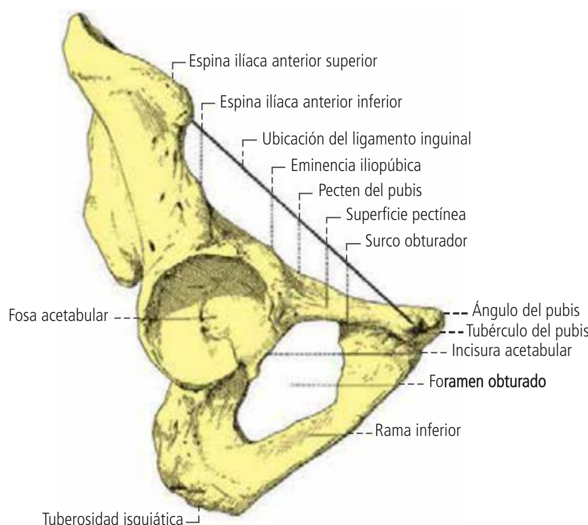


Fig. 63-4. Hueso coxal derecho, vista anteroinferior.

Las regiones **más gruesas** corresponden a la cresta ilíaca, a la tuberosidad isquiática y al pubis, que son zonas de inserciones musculares firmes. Sobre todo entre la carilla auricular y la cara superior del acetábulo, existe una verdadera columna de tejido esponjoso espeso, orientado en el sentido de las líneas de fuerza (**fig. 63-6**), que van del sacro al fémur, pasando por el coxal, las que transmiten la resistencia al peso del cuerpo en la estación de pie (ortostática). La terminación de ese verdadero pilar (espolón) es la región superior del borde acetabular, que en este punto se denomina **techo acetabular**.

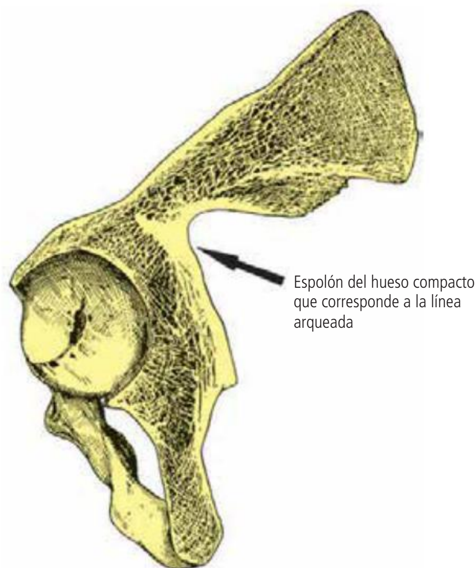


Fig. 63-5. Corte vertical del hueso coxal izquierdo que pasa por el techo del acetábulo, el cuerpo del isquion y la tuberosidad isquiática. La flecha señala el espolón del hueso compacto que corresponde a la línea arqueada.

Anatomía de superficie

Cubierto por las masas musculares que lo rodean, situado tanto en la parte baja del abdomen como en la parte superior del miembro inferior, el hueso coxal es un hueso **profundo**, que, sin embargo, está cerca de los planos subcutáneos en ciertos puntos:

- La **cresta ilíaca**, con las dos espinas ilíacas que la limitan atrás y adelante. Superficial y espesa, constituye una de las zonas de elección para la extirpación quirúrgica de hueso esponjoso para realizar injertos óseos.
- Adelante, arriba y en sentido lateral, la **espina ilíaca anterosuperior** y medial, y abajo, la **espina púbica**, se perciben fácilmente en la palpación. Entre ellas se tiende una formación fibrosa que marca el límite entre la pared abdominal por arriba y la raíz del muslo por abajo: el **ligamento inguinal**.
- Atrás, la **tuberosidad isquiática**, aunque tapizada por el espesor del músculo glúteo mayor, se puede palpar. El cuerpo se apoya sobre la tuberosidad isquiática en la posición sedente.
- En sentido medial, la superficie que corresponde a la fosa acetabular eventualmente se puede explorar por tacto rectal o vaginal.

Desarrollo

Tres puntos de osificación primarios corresponden respectivamente al **ilion**, al **isquion** y al **pubis**. Se desarrollan en forma excéntrica para converger hacia la fosa acetabular, donde, en el

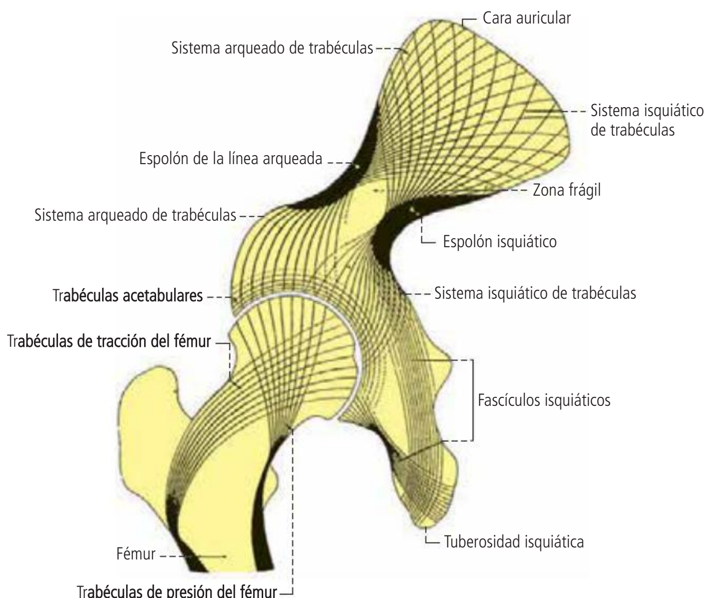


Fig. 63-6. **Estructura trabecular del hueso coxal y del fémur. Esquema de un corte coronal que pasa por la articulación de la cadera (según Latarjet y Gallois).**

momento del nacimiento, estos se hallan separados por tres láminas cartilaginosas, dispuestas en forma de Y (cartílago en Y). Este cartílago desaparece poco a poco entre los 12 y los 15 años. También se describen varios puntos de osificación complementarios variables. Los más frecuentes son para la espina ilíaca anterior inferior, para la cresta ilíaca, para la tuberosidad isquiática, para la espina ciática (estos puntos aparecen entre los 14 y los 16 años), para la espina púbica, para el ángulo del pubis (estos puntos aparecen entre los 18 y los 20 años). Y tres puntos complementarios acetabulares. Entre las alteraciones del desarrollo del hueso coxal se señala el crecimiento incompleto del borde acetabular, que deja un acetábulo muy abierto arriba y lateralmente, lo que favorece la luxación congénita de la cadera, que se manifiesta al dar los primeros pasos.

Pelvis en general

Constituida por la unión de los dos huesos coxales y el sacro y el cóccix, la pelvis está situada en la parte más baja del tronco y responde, en el adulto de talla ordinaria, a la parte media del cuerpo: puede aceptarse que en el sexo masculino es algo más alta que en el femenino. En su conjunto se presenta como un cono truncado, cuya base es superior y el vértice inferior.

Superficie lateral o exopélvica

Se puede dividir en 4 regiones: anterior, dos laterales y posterior.

A. Región anterior (**fig. 63-7**): está orientada hacia abajo y adelante; comprende la sínfisis del pubis, en el plano sagital mediano a cada lado el cuerpo del pubis, con sus ramas y el foramen obturado con las partes que lo delimitan.

B. Regiones laterales (**fig. 63-8**): comprenden, de cada lado:

- **Arriba**, la cara glútea.
- En el **centro**, el acetábulo con su borde y la incisura acetabular.
- **Abajo**, el isquion y en la parte posterior la incisura sacrociática, que pertenece a las regiones posterior y lateral de la pelvis. Delante del isquion, la parte posterior del foramen obturador.

C. Región posterior (**fig. 63-9**): está formada por la cara posterior del sacro y del cóccix, por la articulación sacroilíaca y la parte posterior y medial de la fosa glútea. Abajo, las regiones laterales y posterior están separadas por un amplio espacio: las **incisuras ciáticas**, ocupadas en estado fresco, y en parte solamente, por los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso.

Superficie medial o endopélvica

Lo que llama primero la atención es la existencia de un estrangulamiento circular, la **abertura [estrecho] superior de la pelvis**, que es el límite superior de la cavidad pélvica (pelvis menor) (**figs. 63-10** y **63-11**).

Abertura superior de la pelvis

Configurada como un óvalo o un corazón de naipe francés, está formada:

- **Atrás**, por el borde superior del cuerpo de la primera vértebra sacra: el **promontorio**.

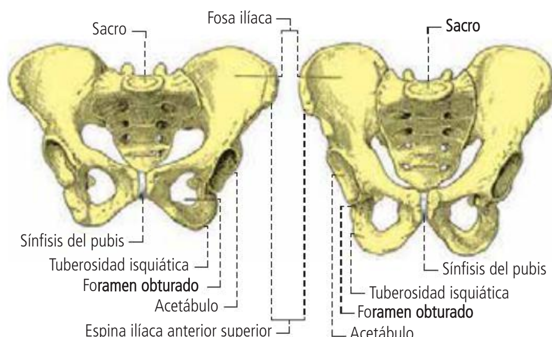


Fig. 63-7. Pelvis femenina (a la izquierda) y masculina (a la derecha).

- **Lateralmente**, por el **ala del sacro**, luego por la **línea arqueada** y la **eminencia iliopúbica**.
- **Adelante**, por la **cresta pectínea**, el **borde superior del pubis** y la **sínfisis del pubis**.

Debemos resaltar que estas diferentes formaciones no están situadas en el mismo nivel: un plano extendido entre el promontorio y el borde superior del pubis queda por encima de las líneas arqueadas, interesando la parte inferior de las fosas ilíacas y las espinas ilíacas anteroinferiores.

Los diámetros de la abertura superior (**figs. 63-10** y **63-11**) interesan directamente a los tocólogos, pues la cabeza fetal debe atravesarla en el curso del parto.

Esos diámetros son:

- **Diámetro conjugado anatómico:** es anteroposterior, sacropúbico, se extiende desde el promontorio hasta el borde superior de la sínfisis del pubis (aproximadamente, 11 cm).
- **Diámetro conjugado verdadero** [promontosubpúbico mínimo]: se extiende desde el promontorio hasta la cara posterior de la sínfisis del pubis, a 1 cm por debajo de su borde superior (mide 10,5 cm). Según Dardenne, el valor promedio normal de este diámetro es de 117 mm (serie de radiopelvimetrías). En series de partos distócicos, este diámetro es de 111 mm, y en las series de cesáreas se comprobó un valor de 103 mm.
- **Diámetro transverso máximo:** tiene la mayor dimensión transversal de la pelvis, intercepta al precedente en la unión de sus dos tercios anteriores con el tercio posterior (mide aproximadamente 13,5 cm).
- **Diámetro transverso:** es equidistante de la sínfisis y del promontorio, y también perpendicular al diámetro conjugado (mide de 12,5 a 13 cm).
- **Diámetros oblicuos:** derecho e izquierdo, extendidos desde la eminencia iliopúbica hasta la articulación sacroilíaca del lado opuesto (aproximadamente, 12,5 cm).

Pelvis mayor

Comprende las dos fosas ilíacas y las alas del sacro. Tapizada por el músculo iliopsoas, constituye una de las paredes de la cavidad abdominal.

Pelvis menor

Es la excavación pélvica y posee cuatro paredes:

A. Anteroinferior: orientada hacia abajo y atrás, está constituida por la cara posterior de la sínfisis del pubis y el pubis, por la rama inferior de este hueso y por una parte del foramen obturado.

B. Laterales: verticales, formadas por la cara profunda del resto del foramen obturador (ocupado en estado fresco por la membrana obturatriz y el músculo obturador interno) y por la superficie ósea cuadrilátera (corresponde externamente a la fosa acetabular), que se extiende hasta el borde posterior del hueso coxal.

C. Posterosuperior: está constituida por la cara anterior del sacro y del cóccix, fuertemente cóncava abajo y adelante.

En el espacio entre las caras laterales y posterior se extienden, como se ha visto en la cara lateral, los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso.

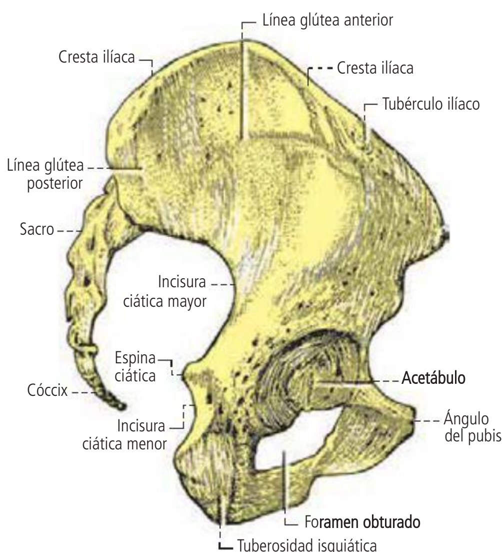


Fig. 63-8. Pelvis ósea femenina, vista lateral.

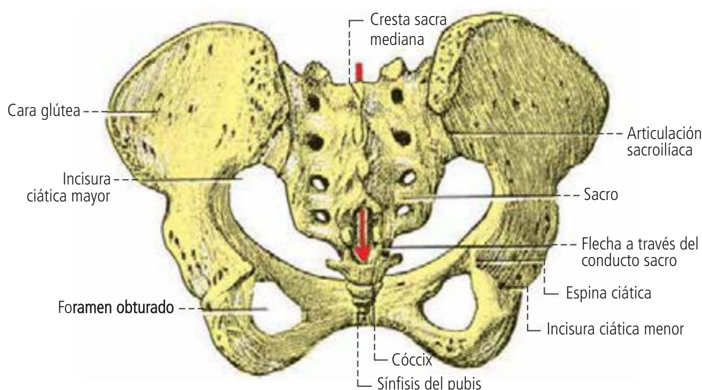


Fig. 63-9. Pelvis ósea femenina, vista posterior.

Circunferencia superior de la pelvis

Orientada hacia arriba y adelante, está formada de atrás hacia adelante, por:

1. La articulación sacrolumbar.
2. La parte posterior de las alas del sacro.
3. La cresta ilíaca en toda su extensión.
4. Adelante deja un amplio espacio entre las espinas ilíacas anterosuperiores y la sínfisis del pubis.

Su mayor diámetro transversal se extiende de una cresta ilíaca a la otra y mide aproximadamente 30 cm. La distancia entre una espina ilíaca anterior superior y la otra es de alrededor de 20 cm.

Abertura [estrecho] inferior de la pelvis

Está formada:

1. Adelante, por el borde inferior de la sínfisis del pubis.
2. Atrás, por la punta del cóccix.
3. A los lados, por los isquiones unidos a las sínfisis por las ramas inferiores del pubis (ramas isquiopubianas).

El intervalo isquiococcígeo está ocupado por el borde inferior del ligamento sacrotuberoso, tapizado por el músculo coccígeo.

Sus diámetros son menores que los de la abertura superior:

– Diámetro anteroposterior, distancia pubococcígea: 10 cm promedio.
– Diámetro transverso, distancia intertuberosa: 12 cm promedio.
– Diámetro oblicuo máximo, entre la rama inferior del pubis y el ligamento sacrotuberoso: 12 cm promedio.

Inclinación y ejes de la pelvis

La pelvis, en su lugar, está fuertemente inclinada de arriba hacia abajo y de atrás hacia adelante. Así, el plano del estrecho superior forma con la horizontal un ángulo de 60°, término medio. Las espinas ilíacas posteriores están más altas que anteriores. El foramen obturado se encuentra más orientado hacia abajo que hacia adelante.

El **eje de la abertura superior** es una línea perpendicular al medio del plano de este orificio: es oblicuo de arriba hacia abajo y de adelante hacia atrás y corresponde, en superficie, a una línea que une el ombligo con la punta del cóccix (eje umbilico-coccígeo).

El **eje de la abertura inferior**, perpendicular al plano de este orificio, es, por el contrario, casi vertical.

Estos ejes objetivan el trayecto seguido por la cabeza fetal, que desciende en la cavidad pélvica durante el curso del parto.

Diferencias sexuales

Las diferencias son siempre evidentes (**fig. 63-7**). Se refieren sobre todo al grosor del hueso, mayor en el sexo masculino. También a las dimensiones: la pelvis es más alta en el sexo masculino y más ancha en el femenino. Pero, en especial, tienen que ver con la **forma general de la pelvis**.

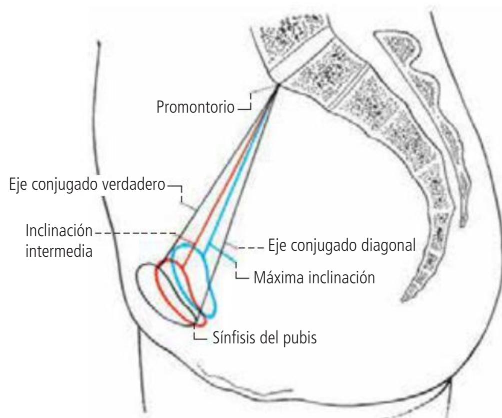


Fig. 63-10. Variaciones del eje conjugado verdadero y del eje conjugado diagonal que siguen la inclinación de la sínfisis del pubis.

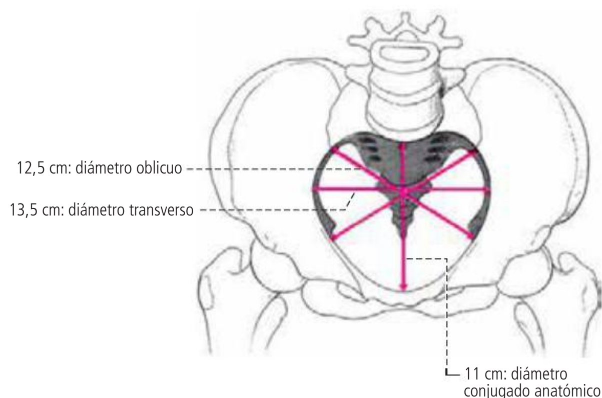


Fig. 63-11. Esquema de una vista anterior de pelvis femenina con los ejes principales del estrecho superior.

En la **pelvis femenina**, en efecto, las fosas ilíacas son más anchas, más abiertas, la sínfisis del pubis más baja, la cavidad pélvica (pelvis menor) más ancha y el diámetro transverso, mayor. Se nota también un ángulo sacrolumbar más pronunciado y una pelvis más inclinada hacia adelante que en la masculina.

Anatomía de superficie y medidas

Se ha visto cuáles son las partes del hueso coxal que se pueden palpar a través de los tegumentos. La identificación de aquellas permite las medidas exactas de los diámetros pelvianos, es decir, la **pelvimetría**. Esta puede ser:

- **Externa:** por palpación de las salientes óseas, las espinas ilíacas, las crestas ilíacas, los isquiones, el pubis.
- **Interna:** por tacto vaginal o rectal, que permite calcular la distancia del pubis al promontorio (en condiciones normales no se alcanza a palpar) y las paredes internas de la cavidad pélvica (pelvis menor).
- **Radiológica:** se realizan técnicas para que las radiaciones no constituyan un peligro para el feto.

Todas las medidas tienden a prever la progresión del feto en el momento del parto y a prevenir inconvenientes.

El estudio de la forma de la pelvis, según la edad y según sus funciones mecánicas, se efectuará con el de las articulaciones de la pelvis.

Anatomía radiológica

En una radiografía anteroposterior (frente), la pelvis ofrece una imagen bastante particular, pues el conjunto óseo se halla inclinado hacia adelante (**figs. 63-12** y **63-13**). Si bien la abertura superior aparece nítida, así como la fosa ilíaca, los bordes del hueso se ven "borrosos". La cresta ilíaca, el isquion, la rama inferior del pubis, el foramen obturador, se empastan por la superposición de los coxales. Por lo tanto, se deben emplear incidencias especiales para radiografiar tal o cual parte del hueso.

Anatomía radiológica de la pelvis femenina

La radiología pélvica es muy útil para visualizar la morfología y las proporciones de la pelvis. En el pasado se la utilizó en las embarazadas para evidenciar desproporciones causantes de partos distócicos. En la actualidad, la exposición a radiaciones ionizantes está contraindicada en la embarazada por el daño que produce al embrión y al feto. A través de la exploración semiológica puede advertirse la posibilidad de una desproporción pélvico-fetal y completarse el estudio, si es necesario, con otros métodos de diagnóstico por imágenes inocuos para el feto.

El estudio radiológico de la pelvis femenina comprende: radiopelvigrafía, radiopelvimetría, cefalometría y radioproporcionalidad.

Radiopelvigrafía

Estudia la forma de la pelvis proporcionando datos sobre la abertura superior, la cavidad y la abertura inferior, estableciendo si se trata de una pelvis simétrica o asimétrica, con exostosis u otras deformaciones que puedan interferir en el mecanismo del parto.

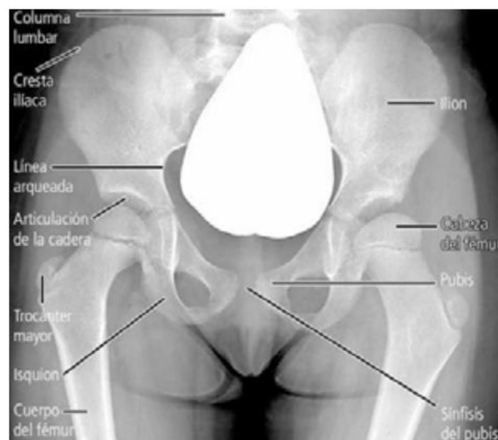


Fig. 63-12. Radiografía anteroposterior de la pelvis de una niña de 6 años. Aún no se ha completado la osificación del coxal ni la de la epífisis proximal del fémur.



Fig. 63-13. Radiografía de la pelvis masculina. Se observan los accidentes óseos que limitan la cavidad pélvica.

Se practican dos radiografías:

A. Una **anteroposterior** (**fig. 63-14**), con la paciente semisentada para que el plano de la abertura superior quede paralelo a la radiografía y se puedan comprobar diámetros y medidas, asimetría, grados de prominencias de las espinas ciáticas, etc.
B. Otra **lateral**, en la que se observa el sacrocóccix con sus variedades, promontorio, sínfisis del pubis, incisuras ciáticas, etc.

El estudio del ángulo subpubiano puede requerir una tercera radiografía para el estudio de sus variedades (**fig. 63-15**), lo que es muy importante en el mecanismo del parto.

Planos de la pelvis (paralelas de Hodge)

Se describen cuatro planos, paralelos entre sí (**fig. 63-16**):

A. Primer plano: extendido desde el promontorio hasta el borde superior de la sínfisis del pubis.
B. Segundo plano: pasa por el borde inferior de la sínfisis.
C. Tercer plano: pasa por las espinas ciáticas.
D. Cuarto plano: pasa por la punta del cóccix.

Estos planos distan entre sí unos 4 cm.

Planos radiológicos de la cavidad pélvica (pelvis menor)

Se distingue un **plano coronal**, vertical y transversal, que pasa por el diámetro transverso máximo de la abertura superior, y el interespinoso, que pasa por el borde posterior de las espinas ciáticas (**fig. 63-17**). Este plano divide la pelvis en un segmento anterior y otro posterior.

Cuatro planos horizontales, perpendiculares al plano coronal, complementan este estudio:

A. Un plano superior a nivel del diámetro transverso máximo de la abertura superior extendido desde el borde superior de la sínfisis del pubis hasta el sacro, por debajo del promontorio. Según la inclinación del sacro, puede ser mayor o menor que el diámetro conjugado anatómico. Este diámetro es el más importante que se debe considerar durante el "encajamiento" de la cabeza fetal, dado que esta pasa sin dificultad el promontorio por el mecanismo del asinclitismo.
B. Un segundo plano pasa a nivel de las espinas ciáticas.
C. Un tercer plano pasa por el vértice del sacro.
D. Un cuarto plano pasa por las partes más bajas de las tuberosidades isquiáticas.

Clasificación biotipológica o antropológica de la pelvis

Según la forma de la pelvis y sus medidas, Caldwell, Moloy y D'Esopo distinguen los siguientes tipos:

– **Pelvis ginecoide:** es el tipo femenino más frecuente. La abertura superior es redondeada u oval, con diámetro transverso máximo bien anterior. Su segmento posterior es ancho y profundo. El sacro está inclinado. Las incisuras ciáticas son anchas y planas en su parte alta. El ángulo subpúbico es abierto y de ramas cortas. Es la pelvis de características ideales para el parto cuando las dimensiones de sus diámetros son normales. Es también la que mejor tolera la reducción de sus diámetros.
– **Pelvis antropoide:** se caracteriza por presentar una abertura superior ovalada de gran diámetro anteroposterior y diámetro transverso máximo bien anterior. Segmento posterior profundo, pero menos ancho que en la pelvis ginecoide. El segmento anterior es estrecho, pues las ramas superiores del pubis forman un ángulo agudo con la sínfisis. Las incisuras ciáticas son anchas y planas. El ángulo subpúbico es, en general, ancho y las espinas ciáticas son poco prominentes.
– **Pelvis platipeloide:** presenta una abertura superior ovalada, con eje mayor transversal, por disminución relativa del diámetro anteroposterior. El diámetro transverso máximo es bien anterior. Las incisuras ciáticas son profundas y cortas. Las espinas ciáticas suelen ser prominentes, lo que hace dificultosos los partos, y al presentar un diámetro anteroposterior estrecho, impide la rotación de la cabeza.
– **Pelvis androide:** se caracteriza por presentar una abertura superior de forma triangular con base posterior y vértice anterior. El diámetro transverso máximo es bien posterior. El segmento posterior es poco profundo. El segmento anterior

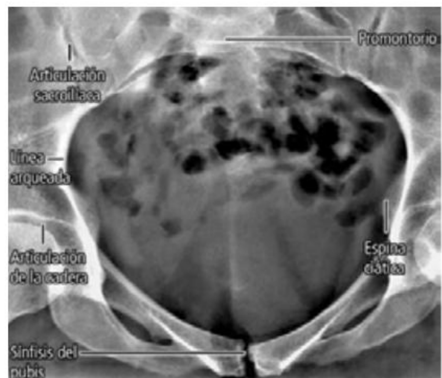


Fig. 63-14. Radiografía de frente de la pelvis femenina, para pelvimetría. Se observan los límites de la abertura superior de la pelvis.

Fig. 63-15. Formas de arco del pubis (Moloy). **A.** Muy ancho. **B.** Ancho. **C.** Moderado. **D.** Estrecho.

de la pelvis es estrecho debido a la marcada convergencia de las ramas superiores del pubis. La incisura ciática es profunda y estrecha. El sacro está dirigido e inclinado hacia adelante. El ángulo subpúbico es alto y estrecho. Las espinas ciáticas, anchas y prominentes. Las paredes laterales de la pelvis son convergentes. La convergencia de las paredes laterales, la prominencia de las espinas ciáticas y la inclinación del sacro hacia adelante impiden la rotación de la cabeza fetal.

– **Tipos intermedios:** provienen de la combinación de los cuatro tipos precedentes.

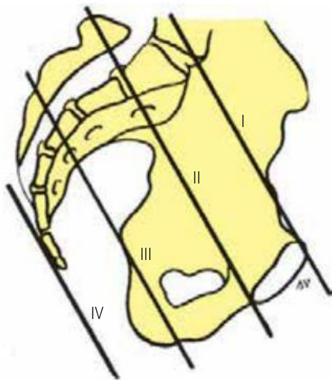


Fig. 63-16. Planos paralelos de Hodge. Esquema tomado de León.

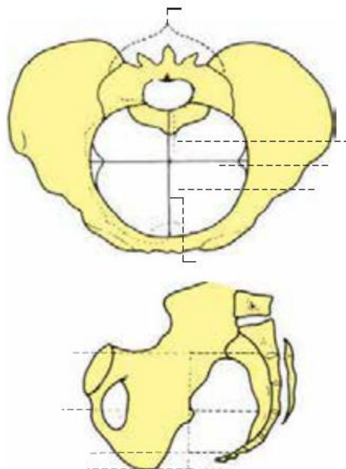


Fig. 63-17. Planos radiológicos de la pelvis (Moloy).

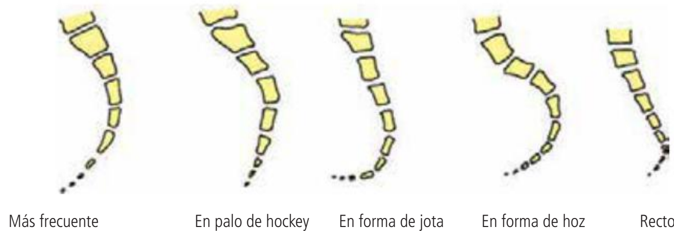


Fig. 63-18. Esquema tomado de León que muestra distintas variedades de sacro.

Las características del segmento posterior son las que definen el carácter dominante. El segmento anterior determina la variedad. Las pelvis androides son las de peor pronóstico en el parto.

En las formas descritas pueden observarse distintos aspectos del sacro (**fig. 63-18**), que tienen su influencia en el trabajo del parto.

Clasificación de Thoms

Atendiendo a las relaciones entre los diámetros anteroposteriores y transversos del estrecho superior, este autor establece cuatro tipos de pelvis:

A. Pelvis dolicopélica: el diámetro anteroposterior es mayor que el transverso en la abertura superior. Corresponde al tipo antropoide.
B. Pelvis mesatipélica o redond: el diámetro anteroposterior es igual al transverso en la abertura superior. Corresponde a la pelvis androide.
C. Pelvis braquipélica u oval: el diámetro transverso de la abertura superior es mayor en 1 a 3 cm que el anterosuperior. Sería semejante a la ginecoide.
D. Pelvis platipélica: en la abertura superior, el diámetro transverso es 3 cm mayor que el anteroposterior. Corresponde a la pelvis platipeloide.

La identificación del tipo de pelvis tiene interés para determinar previamente la evolución del parto.

Clasificación anatómica de la pelvis

Una primera división permite distinguir las **pelvis normales** (en términos de frecuencia estadística), que incluyen los cuatro tipos diferenciados en la clasificación biotipológica, y las **pelvis viciadas**.

Pelvis normales de dimensiones aumentadas en conjunto

Son las pelvis que presentan:

- Aumento uniforme de los diámetros.
- Aumento de los diámetros transversos y oblicuos.
- Aumento de los diámetros anteroposteriores y oblicuos exclusivamente.
- Pelvis circular, cuando todos los diámetros son casi iguales.

Pelvis viciadas

Cuando el aumento de tamaño se observa solo en el sacro. Puede ser por asimilación superior de L5 o por asimilación inferior de la 1.ª vértebra coccígea.

Pelvis de dimensiones disminuidas o estrechas

Estas pelvis son la causa de las distocias óseas. La reducción puede existir:

- **En un solo diámetro:** si disminuye el diámetro anteroposterior se trata de las pelvis planas con sus variedades. Si el diámetro transverso es el disminuido, la pelvis es estrecha en sentido transversal. Si disminuye un diámetro oblicuo, es la pelvis estrecha asimétrica con sus variedades.
- **En todos los diámetros:** cuando todos los diámetros están reducidos en la abertura inferior se trata de la pelvis infundibuliforme o cifótica. Si hay disminución de todos los diámetros en todos los sectores pelvianos, es la pelvis estrecha en general. Si predomina la forma del recién nacido, es la **pelvis infantil**. Si predomina el tipo androide, es la pelvis estrecha del tipo masculino. Si hay reducción del diámetro anteroposterior, es la pelvis estrecha y plana. Si la disminución prevalece en un diámetro oblicuo, es la pelvis estrecha seudooblicuoovalar.

Pelvis obstruidas

En ellas, las primeras vértebras sacras y las lumbares inferiores basculan por encima del estrecho superior (cifosis) y lo obstruyen. También las provoca el deslizamiento de L5 sobre S1 (pelvis espondilolistésicas). Otros procesos patológicos pueden provocarla.

Radiopelvimetría

Se trata de mediciones radiográficas que determinan los distintos diámetros de la pelvis, lo que tiene interés para el pronóstico de un parto. Variaciones de 10 mm en un diámetro pueden ser suficientes para que una pelvis permita el parto sin incidentes de un niño de 4,5 kg, mientras que otra pelvis sea la causa de una desproporción fetopélvica para un prematuro de 2 kg.

HUESOS DE LA PARTE LIBRE DEL MIEMBRO INFERIOR

Los huesos de la parte libre del miembro inferior son: el **fémur**, el hueso largo y voluminoso del muslo. La **patela [rótula]**, situada en la parte anterior de la articulación de la rodilla. Los dos huesos de la pierna: la **tibia**, situada en la parte medial de la pierna, es un hueso voluminoso. La **fíbula [peroné]**, ubicada en la parte lateral, es más delgada. Ambos huesos de la pierna están articula-

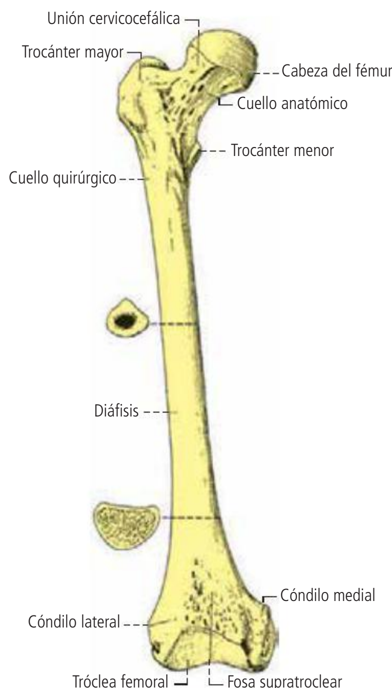


Fig. 63-19. Fémur derecho, vista anterior.

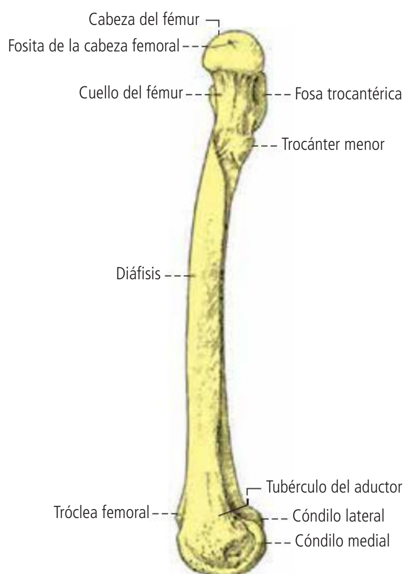


Fig. 63-20. Fémur derecho, vista medial.

dos entre sí en sus extremos por articulaciones casi inmóviles. En su parte media los separa el **espacio interóseo**, ocupado por una membrana fibrosa, la **membrana interósea de la pierna**.

Fémur

El fémur es un hueso largo, voluminoso y resistente. Su forma se adapta a la estación de pie (ortostática) que caracteriza al ser humano. Su extremidad superior está acodada: es el **cuello** del fémur, que desempeña la acción de arbotante de transmisión de fuerzas entre el tronco y el miembro inferior. El **cuerpo**, muy largo, es oblicuo hacia abajo y medialmente. Esta oblicuidad es la consecuencia del ensanchamiento de la pelvis humana y del cierre del ángulo entre el cuello y el cuerpo del hueso. La oblicuidad es más acentuada en el sexo femenino, cuya pelvis en general es más ancha. El cuerpo, además, está incurvado hacia atrás. Por último, el fémur presenta una ligera torsión sobre su eje, de tal manera que el plano transversal de su **extremidad inferior** forma un ángulo abierto medialmente con el plano transversal de la **extremidad superior**.

Posición

Hacia arriba se debe ubicar la cabeza femoral, redondeada. Medialmente, esa misma cabeza. Hacia atrás, la cresta saliente de la diáfisis: la línea áspera.

Descripción

Como en todos los huesos largos, se considera que el fémur tiene **un cuerpo** y **dos extremidades**, epífisis superior e inferior (**figs. 63-19** a **63-21**).

Cuerpo

Presenta tres caras, anterior, lateral y medial. Los bordes que separan estas caras son muy poco marcados y solo existe un borde neto, el borde posterior. Centrado en este borde, la sección transversal del hueso muestra que tiene una forma casi circular:

Cara anterior: lisa, más convexa que plana, está cubierta en sus tres cuartos superiores por la inserción del músculo vasto intermedio; en su cuarto inferior se inserta el músculo articular de la rodilla.

Caras lateral y medial: convexas y lisas, son más anchas en sus dos tercios superiores y se estrechan hacia abajo por la bifurcación de la parte inferior del borde posterior del hueso. Ambas caras se relacionan con los vastos lateral y medial que, respectivamente, se deslizan en estas caras. El músculo vasto intermedio cubre en parte ambas caras y se inserta sobre todo en la lateral.

Borde posterior o línea áspera (**fig. 63-21**): es grueso, rugoso, bien definido, saliente, complejo. Separa netamente la cara medial de la lateral. Arriba, la línea áspera se divide en tres líneas divergentes:

- **A.** La **rama de trifurcación lateral**, siempre la más marcada, se dirige hacia el trocánter mayor, presta inserción al músculo glúteo mayor.
- **B.** La **rama de trifurcación media** se dirige hacia el trocánter menor y da inserción al músculo pectíneo.
- **C.** La **rama de trifurcación medial** viene a terminar en la parte anterior e inferior del cuello, y en ella termina en parte el músculo vasto medial.

También se las designa, respectivamente, **tuberosidad glútea**, **línea pectínea** y **labio medial** de la línea áspera.

La **línea áspera** propiamente dicha presenta un **labio lateral**, un intersticio y un **labio medial**, que traducen las sólidas in-

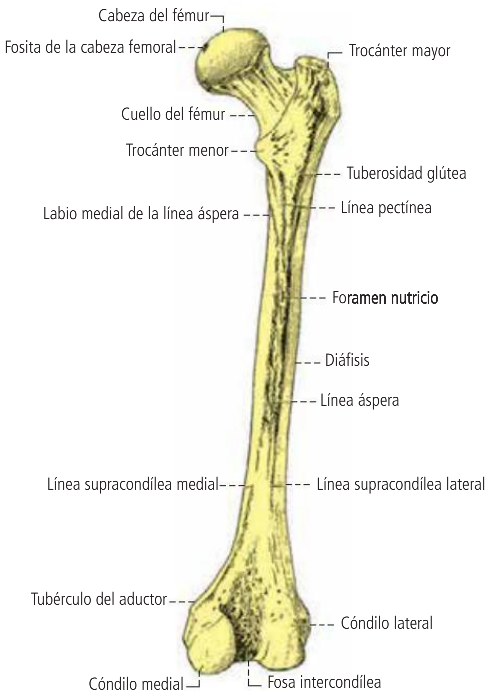


Fig. 63-21. Fémur derecho, vista posterior.

serciones musculares que hacen en ella los músculos vastos, los músculos aductores y el bíceps femoral. Abajo, estos dos labios divergen en dirección a los cóndilos y delimitan la **cara poplítea** del fémur. Los labios divergentes se denominan **líneas supracondíleas medial y lateral**.

El **foramen nutricio** del fémur se encuentra en la parte media de la línea áspera, dirigido de abajo hacia arriba, por consiguiente, hacia el extremo superior del hueso.

Extremidad superior

Participa en la articulación de la cadera (**fig. 63-22**). Presenta una **cabeza**, un **cuello** y un **macizo trocantérico.**

Cabeza: es redondeada y presenta aproximadamente los dos tercios de una esfera. Se orienta hacia arriba, en sentido medial y algo hacia adelante. Está deprimida, algo por debajo y hacia atrás de su centro, por la **fosita de la cabeza femoral**, donde se inserta el **ligamento de la cabeza del fémur** [redondo].

Cuello (anatómico): es un cilindro aplastado de adelante hacia atrás. Su diámetro vertical, que representa su altura, es oblicuo hacia abajo y atrás, de lo cual resulta que la cara anterior mira algo hacia abajo y su cara posterior, algo hacia arriba. Su cara anterior es intraarticular, mientras que las otras lo son solo parcialmente. Está orientado hacia abajo y hacia afuera y forma con el cuerpo del hueso un ángulo de aproximadamente 126°, **ángulo de inclinación**. Próximo a la cabeza, región subcapital, el hueso se halla cribado por forámenes vasculares. Está delimitado:

- Adelante, por la **línea intertrocantérica**, bastante poco saliente, extendida del trocánter mayor al menor.
- Atrás, por la **cresta intertrocantérica**, mucho más saliente y también más corta, debido a la posición posterior del trocánter menor.
- Arriba, por la cara medial del trocánter mayor.
- Abajo, los límites del cuello son poco netos; se confunden sin límite de demarcación con la parte medial del cuerpo del hueso.

Macizo trocantérico: está constituido por el trocánter mayor y el trocánter menor:

A. Trocánter mayor: es una eminencia cuadrilátera, aplastada en sentido transversal, muy saliente hacia arriba y lateral al cuello. Su cara lateral está atravesada diagonalmente por una línea oblicua hacia abajo y hacia adelante, la **tuberosidad**

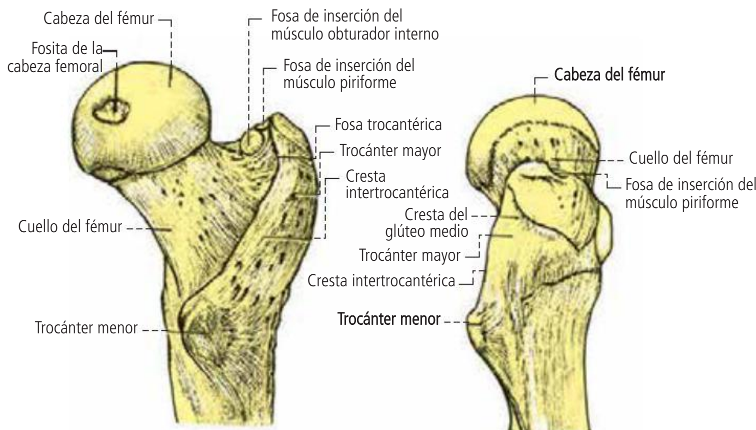


Fig. 63-22. A la izquierda: extremidad superior del fémur derecho, vista posteromedial. A la derecha: vista lateral.

glútea, importante referencia, puesto que señala la parte más superficial del hueso en su extremidad superior. Por debajo, se encuentra una superficie en la que se aloja la bolsa trocantérea del glúteo mayor. La **cara medial** se confunde con la extremidad lateral del cuello, al que sobrepasa hacia arriba, y se inclina medialmente. En este punto está excavada por una depresión profunda, la **fosa trocantérica** [cavidad digital], donde se insertan los **músculos pelvitrocantéricos**: obturador externo, obturador interno y los dos gemelos. El **borde superior**, casi horizontal, se halla situado en sentido medial con respecto a la cara lateral. Presenta en su parte media una superficie oval para el tendón del músculo piriforme. El **borde inferior** está marcado por una cresta donde vienen a insertarse algunos fascículos del músculo vasto lateral. El **borde posterior**, por arriba, limita la fosa trocantérica, y en su parte inferior se insertan los fascículos superiores del cuadrado femoral. El **borde anterior**, grueso, verdadera cara, está ocupado por las inserciones del glúteo menor, algunas de cuyas fibras alcanzan el borde superior.

B. Trocánter menor: es un tubérculo grueso unido al precedente por la línea y la cresta intertrocantéricas, situado **debajo**, **lateral** y **detrás** del cuello. Su relieve está originado por la importante inserción del músculo iliopsoas. Por adelante está separado de la línea intertrocantérica por una depresión rugosa poco profunda: la inserción del ligamento iliofemoral. De la base del trocánter menor parten tres líneas divergentes que pueden considerarse como sus raíces:

- Arriba y medialmente, el borde inferior del cuello.
- Arriba y atrás, la cresta intertrocantérica.
- Abajo, la línea pectínea.

Cuello quirúrgico. Corresponde a la unión del cuerpo del hueso con el macizo trocantérico.

Extremidad inferior

Participa en la articulación de la rodilla (**figs. 63-23** y **63-24**). Tiene forma abultada y se curva de adelante hacia atrás. Presenta:

- **Adelante**, una superficie articular en forma de polea: la **tróclea femoral** (cara patelar del fémur), constituida por dos vertientes laterales que convergen en un surco anteroposterior, o **garganta de la tróclea**. De estas dos vertientes, la lateral es la más ancha.
- **Abajo y atrás**, las dos vertientes de la tróclea se separan una de la otra, formando la **fosa intercondílea**, limitada por el **cóndilo medial** y el **cóndilo lateral** del fémur.

Cada cóndilo presenta:

- **Adelante, abajo y atrás**, una superficie articular en semicírculo destinada a girar sobre la superficie tibial correspondiente.
- Una **cara lateral**, superficial, sobre la cual se observa la impresión de la inserción de los ligamentos colaterales de la articulación de la rodilla.

En el **cóndilo medial** hay una saliente mal circunscrita: el **epicóndilo medial** para la inserción del ligamento colateral tibial. Por encima y detrás de él se ubica el **tubérculo del aductor**, situado en la terminación de la línea supracondílea medial.

En la cara lateral del **cóndilo lateral**, próxima a su extremidad posterior, hay una eminencia: el **epicóndilo lateral** para la inserción del ligamento colateral fibular [peroneo] de la rodilla. Por detrás de él se encuentran dos excavaciones: la superior, para la cabeza lateral del gastrocnemio, y la inferior, en forma de profundo canal oblicuo hacia adelante, el **surco poplíteo**, para el tendón del poplíteo.

En la extremidad inferior, por adelante, encima de la tróclea, se encuentra el hueco supratroclear, donde se aloja la patela [rótula] en la extensión de la pierna. Por atrás, encima de la fosa intercondílea, se encuentra la porción más ancha de la fosa poplítea, la separación de las líneas supracondíleas medial y lateral.

En la parte inferomedial de este triángulo, por encima del borde lateral del cóndilo medial, puede observarse una saliente, el **tubérculo supracondilar medial**, donde se inserta la cabeza medial del gastrocnemio. En el cóndilo lateral hay una eminencia análoga, el **tubérculo supracondilar lateral**, menos frecuente y menos saliente que el medial, al que llegan fascículos de la cabeza lateral del músculo gastrocnemio.

Cuando el cuerpo del fémur está colocado **verticalmente** se observa que el **cóndilo medial** desciende más que el **lateral**, pero esta diferencia de nivel se **compensa** exactamente por la

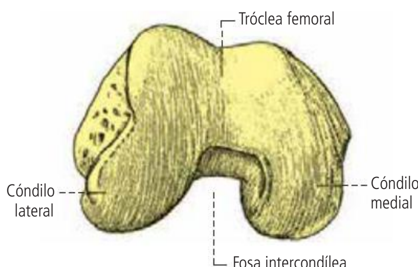


Fig. 63-23. Cóndilos del fémur, lado derecho, vistos por su cara inferior.

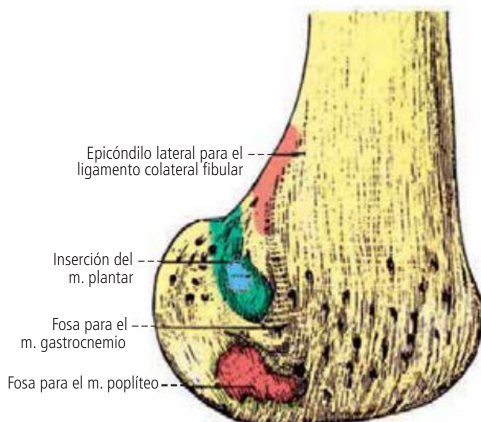


Fig. 63-24. Cóndilo lateral del fémur, visto lateralmente.

oblicuidad del hueso en su sitio, lo que le permite corresponder perfectamente a la superficie horizontal subyacente de la tibia.

Estructura

Es la de un hueso largo, cuya **diáfisis** está formada por un cilindro de hueso compacto que rodea una cavidad medular de grandes dimensiones y cuyas **epífisis** están constituidas por hueso esponjoso, orientado según las líneas de fuerza y de presión sufridas por el hueso.

Particular interés tiene la **extremidad superior**; el peso del cuerpo procedente del techo acetabular se transmite a la cabeza femoral y luego al cuello, que forma un arbotante sobre la diáfisis. La unión cervicodiafisaria debe soportar, entonces:

- Abajo y medialmente, los esfuerzos de **presión** que tienden a acercar la cabeza femoral a la cara medial de la diáfisis.
- Arriba y lateralmente, fuerzas de **tracción**, que tienden a separar la cabeza del macizo trocantérico.

El tejido esponjoso, sometido a esas fuerzas, se adapta constituyendo diferentes fascículos (**fig. 63-25**):

- Fascículos **cefálico** y trocantérico, originados debajo de la parte medial de la diáfisis. Resisten a las fuerzas de presión.
- Fascículo **arciforme**, que nace debajo de la parte lateral de la diáfisis. Resiste a las fuerzas de tracción.

Además, sometido a tracciones musculares diversas, el tejido óseo orienta sus trabéculas en sentido transversal y anteroposterior (B. Duhamel): aquí se debe colocar el **espolón de Merckel**, refuerzo posterolateral frente al trocánter menor y las trabéculas oblicuas, anteriores y posteriores, que enmarcan los "puntos débiles" del cuello femoral, situados por encima y por debajo de la ojiva estructurada por el encuentro de los fascículos firmes.

Estas nociones acerca de la estructura encuentran su aplicación en el estudio y el tratamiento de las fracturas de la extremidad superior del fémur, frecuente sobre todo en los ancianos (rarefacción ósea senil).

Anatomía de superficie

El fémur está hundido profundamente en las masas musculares. Su extremidad superior no es perceptible sino a nivel del **trocánter mayor**. La diáfisis está enteramente oculta por músculos. Por el contrario, la cara lateral de los **cóndilos**, así como la parte superior de la **tróclea**, permite localizar la situación y apreciar el estado de la extremidad inferior.

Anatomía radiológica

A pesar de los músculos voluminosos que la rodean, se puede ver la diáfisis desde todos los ángulos. La extremidad superior anteroposterior (frente) se radiografía con la pelvis. Para una proyección lateral (perfil) es necesario colocar el muslo en abducción máxima con la placa radiográfica encima del trocánter mayor. En cuanto a la extremidad inferior, pertenece a la rodilla.

Desarrollo

Es el de un hueso largo, que se efectúa a partir de un esbozo cartilaginoso donde aparecen cinco puntos de osificación:

A. Un punto **diafisario** (2.º mes).
B. Tres puntos **epifisarios superiores** (cabeza, trocánteres mayor y menor).
C. Un punto epifisario inferior.

Los puntos epifisarios aparecen en forma tardía (2.º o 3.er año de vida).

Los **cartílagos epifisarios** [de crecimiento] se encuentran:

- Arriba, en la unión cervicocefálica.
- Abajo, por encima de la epífisis inferior.

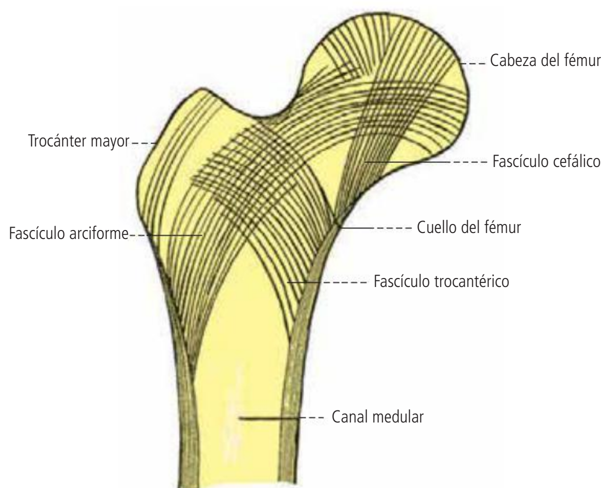


Fig. 63-25. Figura esquemática que muestra la estructura de la extremidad superior del fémur (según Meyer).

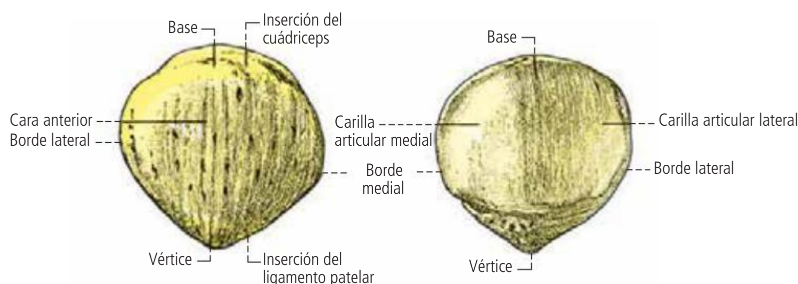


Fig. 63-26. Patela [rótula] derecha. A la izquierda: vista por su cara anterior. A la derecha: vista por su cara posterior.

El cartílago epifisario más fértil es el cartílago **inferior** (la arteria nutricia se aproxima a la rodilla, se aleja del codo). De allí la frecuencia relativamente mayor de la localización **inferior** de la osteomielitis femoral del niño y del adolescente.

Patela [rótula]

Es un hueso corto, aplastado de adelante hacia atrás, de forma triangular, con base superior.

Posición

Resulta dificultoso distinguir una patela derecha de una izquierda. Se debe colocar el vértice hacia abajo y la superficie articular hacia atrás. La porción de la carilla articular de mayor superficie es la lateral.

Descripción

Se le describen (**fig. 63-26**): caras, base, bordes y vértice.

Cara anterior: es superficial y ligeramente convexa de arriba hacia abajo. Presenta estrías verticales en las que se insertan fascículos fibrosos y orificios prolongados en sentido vertical que dan paso a elementos vasculares. Está cubierta por formaciones fibrosas dependientes del cuádriceps femoral y de la fascia lata. Una **bolsa sinovial prepatelar** la separa de la piel.

Cara articular: es **articular** casi por completo, con dos superficies ligeramente cóncavas para los cóndilos, separadas entre sí por una cresta vertical que corresponde al fondo de la tróclea femoral. Abajo, se encuentra una superficie rugosa relacionada con el cuerpo adiposo infrapatelar [infrarrotuliano].

Base: pequeña superficie inclinada de arriba hacia abajo y de atrás hacia adelante. Da inserción en su mitad o tres cuartos anteriores al tendón del cuádriceps femoral, cuyas expansiones anteriores pasan por delante del hueso. Su parte posterior está cubierta de cartílago hialino, en relación con la cavidad articular.

Bordes lateral y medial: al principio verticales, convergen hacia el vértice del hueso. En ellos se insertan las expansiones laterales del cuádriceps, el tendón del recto femoral y los retináculos medial y lateral de la patela [rótula].

Vértice: está prolongado hacia abajo por el voluminoso y sólido ligamento patelar [rotuliano], que lo une a la tuberosidad tibial.

Estructura

Está constituida enteramente de tejido **óseo esponjoso**, rodeado por una cubierta **compacta** y delgada. Es un hueso sólido, pero sometido a tracciones musculares muy vigorosas, y sobre todo muy superficial, puede fracturarse: esas fracturas están abiertas atrás hacia la articulación de la rodilla. La patela tiene el significado de un **hueso sesamoideo**, pero muy voluminoso, que se desarrolla en el espesor de la inserción terminal del músculo cuádriceps femoral.

Anatomía de superficie y radiológica

La patela [rótula] es superficial, cubierta por un plano fibroso denso y una bolsa sinovial subcutánea prepatelar. Se la puede palpar en toda la superficie, sus bordes y su vértice dan referencia de la interlínea articular de la rodilla. Se la puede ver muy bien en las radiografías laterales; en las anteroposteriores se superpone al fémur, lo que la hace poco nítida.

Desarrollo

El núcleo inicial permanece cartilaginoso hasta los 2 años. El punto óseo primitivo aparece entonces y se desarrolla en todos los sentidos. La osificación no termina antes de los 20 años.

Tibia

Es un hueso largo, voluminoso, sólido, situado en sentido medial a la fíbula [peroné], por debajo del fémur, que se apoya sobre ella. Con la rodilla extendida, en la estación de pie, el fémur transmite el peso del cuerpo al conglomerado óseo vertical de la pierna, del cual la tibia forma parte.

Posición

Colocar la extremidad más gruesa hacia arriba, el borde más saliente del cuerpo hacia adelante y la saliente inferior (maléolo medial), medialmente.

Descripción

Cuerpo

Es prismático triangular visto en un corte. En su conjunto no es del todo rectilíneo, dibuja una S muy alargada, cóncava lateralmente, luego en sentido medial. Se describen tres caras y tres bordes (**figs. 63-27** a **63-29**).

Cara medial: es subcutánea, muy superficial y expuesta a los traumatismos; en su parte superior da inserción a los músculos que constituyen la **pata de ganso**: semitendinoso, sartorio y grácil.

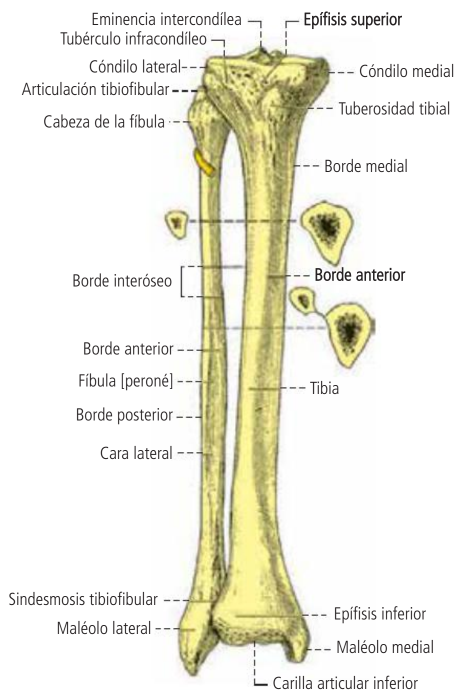


Fig. 63-27. Tibia y fíbula [peroné] derechos, vista anterior. En amarillo: nervio fibular común, en contacto con el cuello de la fíbula.

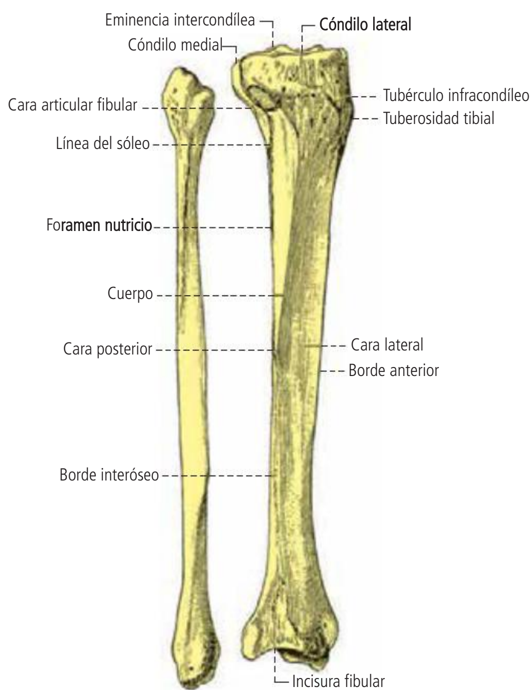


Fig. 63-28. Tibia y fíbula [peroné] separados, vista lateral, lado derecho.

Cara lateral: es cóncava arriba, en sus dos tercios superiores, para la inserción del músculo tibial anterior. Se vuelve convexa abajo y rodea el hueso de lateral a medial y hacia adelante, para hacerse anterior. Sobre esta parte se deslizan los tendones extensores de los dedos.

Cara posterior: está atravesada arriba por una cresta oblicua de arriba hacia abajo y de lateral a medial: la **línea del sóleo**. En ella se inserta el músculo sóleo. La línea del sóleo divide a esta cara en una parte superior en relación con el músculo poplíteo y una parte inferior que presenta una cresta vertical, medial a la cual se inserta el músculo flexor largo de los dedos y, lateralmente, el músculo tibial posterior. El **foramen nutricio** de la tibia se encuentra por debajo de la línea del sóleo, dirigido en forma oblicua hacia abajo.

Borde anterior: sigue las sinuosidades de la diáfisis en forma de *S* itálica. Obtuso y redondeado en sus extremos, es neto y cortante en su parte media: es la **cresta** de la tibia. En su parte superior se sitúa lateral a una saliente, la **tuberosidad tibial**. Abajo, por el cambio de dirección de la cara lateral, se dirige en sentido medial para terminar en el maléolo medial.

Borde medial: poco marcado arriba, es más saliente abajo. Da inserción a la fascia profunda de la pierna y a fascículos del flexor largo de los dedos.

Borde interóseo: es lateral; en él se inserta la **membrana interósea**. Se divide abajo en dos ramas que van a circunscribir, en la extremidad inferior del hueso, la cara articular para la fíbula [peroné] (**fig. 63-28**).

Extremidad superior

Participa en la articulación tibiofibular y en la articulación de la rodilla (**figs. 63-27** a **63-29**). Es muy voluminosa, ensanchada, algo proyectada hacia atrás, prolongada en sentido transversal. Se denomina también **macizo tibial**.

Cara articular superior (**fig. 63-30**): presenta dos superficies articulares horizontales y ligeramente excavadas para recibir a los cóndilos femorales; son las partes de la cara articular [cavidades glenoideas] correspondientes a los dos cóndilos, medial y lateral, de la tibia. La parte de la carilla articular correspondiente al **cóndilo medial** es más larga y excavada, la parte correspondiente al **cóndilo lateral** es más extendida en sentido transversal. Cada una de ellas presenta un borde periférico semicircular y un borde medial en relación con el eje del hueso. Este último es convexo en la parte lateral y rectilíneo en la medial. La **cara articular superior**, en su parte media, se eleva en forma de salientes óseas que forman el **tubérculo intercondíleo medial**, casi vertical, y el **tubérculo intercondíleo lateral**, más oblicuo. Se encuentran separados por una incisura. En conjunto, ambos tubérculos, la escotadura y su base común, constituyen la **eminencia intercondílea** [espina de la tibia]. Por delante y por detrás de la **eminencia intercondílea**, entre las carillas articulares se extienden dos superficies irregulares, las **áreas intercondíleas anterior y posterior** [preespinal y retroespinal]. En ellas se insertan los ligamentos cruzados de la articulación de la rodilla.

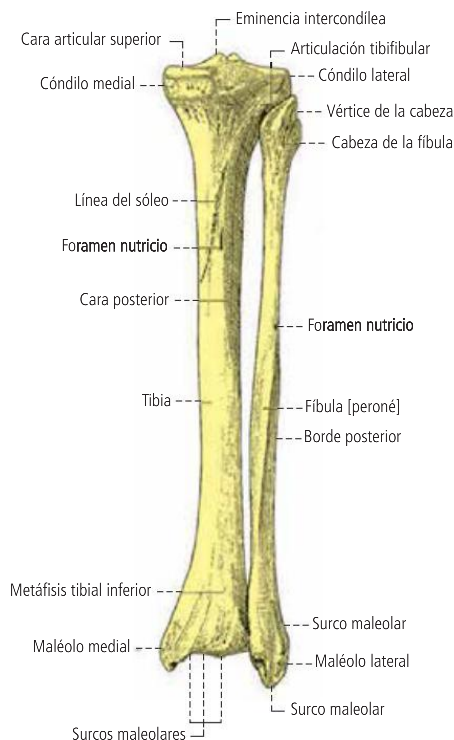


Fig. 63-29. Tibia y fíbula [peroné] derechos, vista posterior.

Cóndilos tibiales: la **cara articular superior** está soportada por los **cóndilos tibiales medial y lateral**. El **cóndilo lateral** presenta en su parte posterolateral una **cara articular fibular [peroneal]**, de forma redondeada u oval, orientada hacia abajo, hacia atrás y algo lateralmente, para articularse con la fíbula [peroné]. El **cóndilo medial**, más desarrollado que el lateral, presenta en su parte posterior una impresión rugosa para la inserción del **tendón directo** del **músculo semimembranoso**. Por delante de la rugosidad precedente hay un surco horizontal paralelo al borde superior, en el que se aloja el **tendón horizontal** de este mismo músculo. Ambos cóndilos están separados por atrás mediante una incisura que corresponde a la parte más posterior del **área intercondílea posterior**.

Adelante, el hueso está reforzado por una saliente levantada por la inserción del ligamento patelar [rotuliano], la **tuberosidad tibial**. Lateral a ella se observa el **tubérculo del músculo tibial anterior** [de Gerdy]. En él vienen a insertarse el tracto iliotibial y la inserción más alta del tibial anterior.

Extremidad inferior

Menos desarrollada que la superior, participa en la **articulación talocrural** y en la **sindesmosis tibiofibular** (**fig. 63-31**). En esta extremidad se distinguen las siguientes caras:

Cara articular inferior: se articula con la tróclea talar [astragalina] por una superficie cuadrilátera lisa y uniforme, cóncava de adelante hacia atrás y algo más ancha en sentido lateral que medial. Una cresta anteroposterior roma la divide en dos porciones laterales que se apoyan en la tróclea talar [astragalina]. La cresta corresponde a la garganta de la tróclea.

Cara anterior: convexa y lisa, sin relieves óseos, continúa la cara lateral del cuerpo. Abajo y medialmente, el **maléolo medial** es uno de los puntos de referencia esenciales de la articulación talocrural.

Cara posterior: está marcada por surcos oblicuos orientados en sentido medial para el paso de los tendones flexores del pie. El surco medial corresponde al tibial posterior. El surco lateral, al flexor largo del dedo gordo, y es el más marcado. El surco medio corresponde al flexor largo de los dedos (**fig. 63-32**). La cara posterior desciende más que la cara anterior y su borde inferior, saliente atrás de la superficie articular, constituye el "maléolo posterior" (Destot).

Cara lateral: orientada algo hacia atrás, presenta la **incisura fibular [peroneal]**, que es la superficie articular para la extremidad inferior de la fíbula [peroné], marcada adelante y atrás por salientes para la inserción de los ligamentos de la articulación tibiofibular inferior.

Cara medial: está prolongada abajo por la saliente del **maléolo medial**, cuya cara medial, convexa y lisa, está en relación directa con la piel. Su cara lateral continúa la superficie de la cara articular inferior y se articula con la cara medial del talus [astrágalo]. Su borde posterior presenta el **surco maleolar**, oblicuo hacia abajo y medialmente, para el paso del tendón del tibial posterior. La base del maléolo medial se continúa con el cuerpo del hueso. Su vértice está dividido en dos eminencias desiguales por la escotadura en la que se inserta el ligamento colateral medial de la articulación talocrural.

Estructura

Está conformada como la de los huesos largos. El cuerpo está formado por un cilindro de hueso compacto muy resistente, que

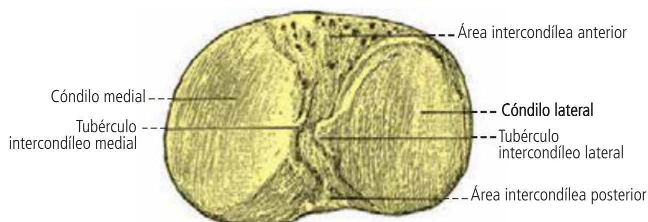


Fig. 63-30. Extremidad superior de la tibia derecha, vista superior.

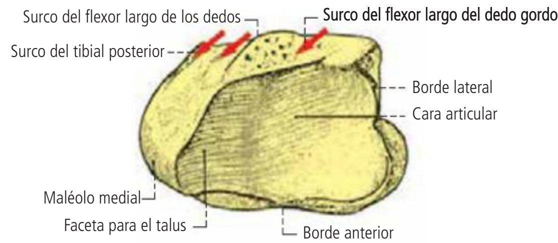


Fig. 63-31. Extremidad inferior de la tibia derecha, vista inferior.

tiene en su centro el conducto medular. Las epífisis están constituidas por hueso esponjoso, donde las trabéculas se orientan verticalmente, en el sentido de las presiones más fuertes sufridas por el hueso.

Anatomía de superficie

La tibia es superficial en numerosos puntos:

- Arriba, en particular, las caras anteriores y laterales de los cóndilos y la tuberosidad tibial.
- Todo el borde anterior y la cara lateral están situados inmediatamente por debajo de la piel.

Tal situación, si bien facilita la exploración clínica del hueso, lo expone a choques directos y a fracturas. La diáfisis tibial, superficial, también es uno de los lugares de elección para la extirpación de fragmentos y anillos de hueso compacto destinados a injertos óseos.

Desarrollo

A partir del esbozo cartilaginoso inicial, se desarrollan cuatro puntos de osificación:

A. Un punto primitivo diafisario (entre los 35 y los 40 días de vida intrauterina) forma no solo la diáfisis sino también buena parte de sus epífisis.

B. Tres puntos complementarios:

- **Punto epifisario superior:** aparece en el momento del nacimiento.
- **Punto tuberositario anterior:** aparece del 2.º al 4.º año de vida.
- **Punto epifisario inferior:** aparece entre el 2.º y el 3.er año.

El cartílago epifisario más fértil se halla en la extremidad superior del hueso, según la regla "cerca de la rodilla, lejos del codo".

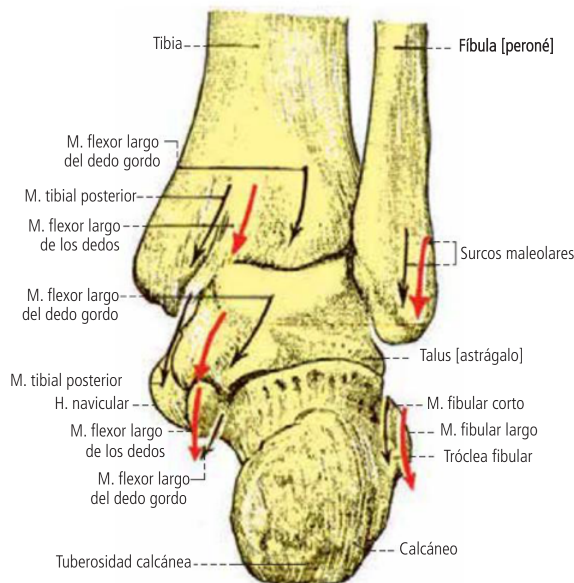


Fig. 63-32. Articulación talocrural, vista posterior, señalización de los surcos.

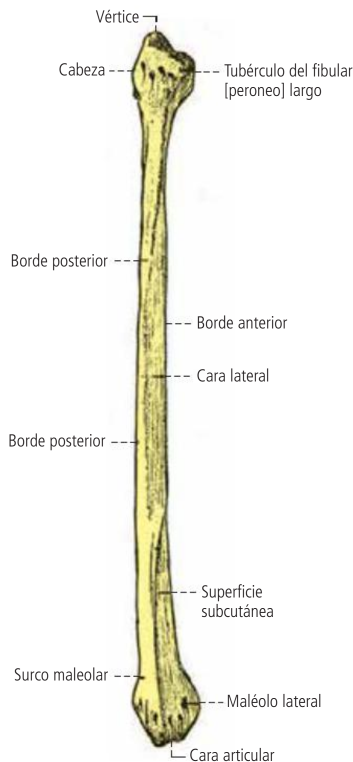


Fig. 63-33. Fíbula [peroné] derecha, cara lateral.

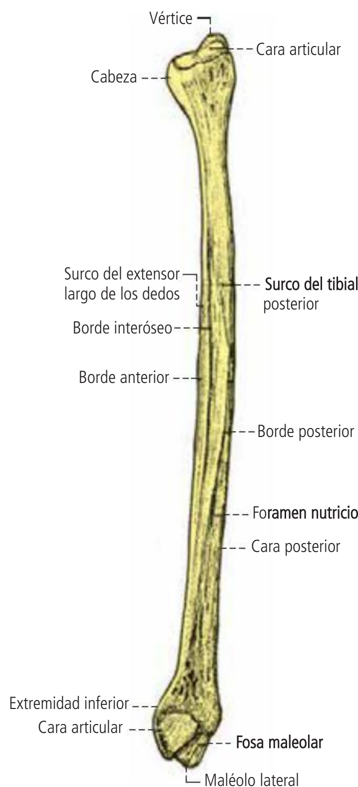


Fig. 63-34. Fíbula [peroné] derecha, cara medial.

Fíbula [peroné]

Es el hueso lateral de la pierna, situado en sentido lateral a la tibia; desciende más que esta en la articulación talocrural. Es un hueso largo y delgado, que se articula con la tibia por sus dos extremidades y su diáfisis. Además, participa en la articulación talocrural.

Posición

Colocar hacia arriba la extremidad más abultada. Medialmente y hacia adelante, la superficie articular que esta extremidad presenta para la tibia. Hacia adelante y medial, el borde más neto y cortante de la diáfisis (borde interóseo).

Descripción

Cuerpo

Posee tres caras y tres bordes.

Cara lateral (**fig. 63-33**): redondeada en su parte superior. Presenta en su parte media o en sus dos tercios superiores un canal longitudinal para los músculos fibulares [peroneos] corto y largo. En la parte inferior de esta cara, una cresta que parte del borde anterior del hueso se dirige oblicuamente hacia abajo y atrás, hacia la epífisis inferior. Divide la cara lateral en una porción posterior en forma de canal, donde se alojan los tendones de los músculos fibulares [peroneos] corto y largo y una porción anterior con vértice superior, en relación con la tela subcutánea y la piel.

Cara medial (**fig. 63-34**): estrecha en sus partes superior e inferior, es más ancha en su parte media. Una cresta longitudinal se desprende de la parte alta del borde anterior, y abajo, por encima del maléolo, se une al borde medial; es el **borde interóseo**. Delimita dos superficies:

A. Una **anterior** pequeña, que da inserción en sus dos tercios superiores al extensor largo de los dedos y al tercer fibular [peroneo]. En su tercio inferior, al extensor largo del dedo gordo.

B. La otra superficie, **posterior**, es excavada en sus dos tercios superiores, para la inserción del tibial posterior.
En el **borde interóseo** se inserta la membrana interósea.

Cara posterior (véase **fig. 63-29**): orientada hacia atrás en sus tres cuartos superiores, en su cuarto inferior tiende a hacerse medial cuando la cara y el borde lateral se dirigen hacia atrás para formar el surco maleolar lateral. En la **parte superior** se inserta el músculo sóleo, y en su parte media, el flexor largo del dedo gordo. La **cresta medial** se ubica en el tercio superior y medial, da inserción al tibial posterior y al tabique fibroso que lo separa

del flexor largo del dedo gordo. En el tercio medio de la cara posterior se encuentra el **foramen nutricio** del hueso, dirigido hacia abajo.

Bordes: difíciles de distinguir, se describen:

- **Anterior:** vertical, ligeramente cóncavo hacia adelante, se encuentra bien marcado.
- **Interóseo:** aquí se inserta la membrana interósea. Esta membrana no llega hasta la cabeza de la fíbula [peroné], dejando un espacio para el pasaje de los vasos tibiales anteriores.
- **Posterior:** más marcado en la parte inferior, forma abajo el borde posterior del surco maleolar. En él se inserta el tabique que separa a los músculos de la región lateral de la posterior.

Extremidad superior o cabeza de la fíbula

Presenta en su parte medial una cara articular plana, redonda u oval, que enfrenta a una cara similar del cóndilo lateral de la tibia (**fig. 63-35**). Atrás se levanta el **vértice de la cabeza** [apófisis estiloides]. Su borde anterior, más ancho que el posterior, oblicuo abajo, se prolonga hasta la parte más anterior de la epífisis; es la cara anterior. En el **vértice de la cabeza** y delante de él se inserta el tendón inferior del bíceps femoral, y medial a él, la parte inferior del ligamento colateral fibular [peroneo] de la rodilla.

En la cara lateral, delante del vértice de la cabeza, se inserta el músculo fibular [peroneo] largo. Por atrás, fibras del músculo sóleo. La cabeza está unida al cuerpo del hueso por el **cuello**; en contacto inmediato con este, lateralmente y rodeándolo, pasa el **nervio fibular [peroneo] común**.

Extremidad inferior

Situada en sentido lateral a la articulación talocrural, forma el **maléolo lateral**, colocado en un plano más posterior que el medial, y que desciende más que este (**fig. 63-36**). Presenta medialmente, de arriba hacia abajo:

- Una superficie rugosa donde se insertan ligamentos que unen la fíbula [peroné] a la tibia.
- Una cara lisa y articular relacionada con la cara lateral de la epífisis inferior de la tibia y con la cara lateral del talus [astrágalo].
- Debajo y detrás de esta cara, una depresión o fosita donde se inserta el ligamento talofibular posterior.
- Adelante y lateralmente es convexa y lisa, se la palpa debajo de la piel.
- Atrás y lateralmente, presenta un surco, continuación del surco de los tendones fibulares [peroneos] de la cara lateral del hueso.
- Abajo y atrás se adelgaza en punta, formando el vértice, dividido en su extremidad en dos eminencias, entre las cuales pasa el ligamento calcaneofibular.

En los bordes anterior y posterior del maléolo se insertan ligamentos que lo unen a la tibia y al talus [astrágalo].

Estructura

El hueso compacto de la diáfisis es sólido pero de poco espesor, como el propio hueso. La cavidad medular tiene dimensiones reducidas. El tejido esponjoso de las extremidades no presenta orientación particular. La lámina compacta que lo rodea es muy delgada (**fig. 63-37**).

Anatomía de superficie

La fíbula [peroné] es perceptible en sus dos extremidades, mientras que su diáfisis está hundida entre los músculos. El **vértice de la cabeza** se puede palpar debajo, lateral y algo por debajo del cóndilo lateral de la tibia. El **maléolo lateral**, subcutáneo, constituye, con el maléolo medial, uno de los puntos de referencia de la articulación talocrural. La línea bimaleolar es oblicua de medial a lateral y de adelante hacia atrás.

El esqueleto de la pierna, homólogo del esqueleto del antebrazo, no tiene la misma movilidad: la **tibia** y la **fíbula** están muy unidas entre sí y los movimientos de ambos son muy limitados.

Solidarios en su función de sustentación en la posición de pie, también lo son en los traumatismos de la pierna. En los choques directos, los huesos se fracturan al mismo nivel. Se producen también fracturas por **torsión**, denominadas **espiroideas**, cuyo trazo se enrolla en hélice sobre la fíbula [peroné] fracturada a un nivel diferente.

El tono de los músculos tibiales, verdaderos cables unidos al mástil esquelético, tiene una acción considerable en la resistencia de los huesos ante los esfuerzos de torsión.

Los traumatismos de las extremidades óseas se consideran en el estudio de la rodilla y de la articulación talocrural.

Desarrollo

El punto primitivo diafisario aparece hacia el 35.º a 40.º día de la vida fetal. Los dos puntos complementarios epifisarios son visibles desde el 2.º año para la extremidad superior y desde el



Fig. 63-35. Extremidad superior de la fíbula [peroné], vista medial.

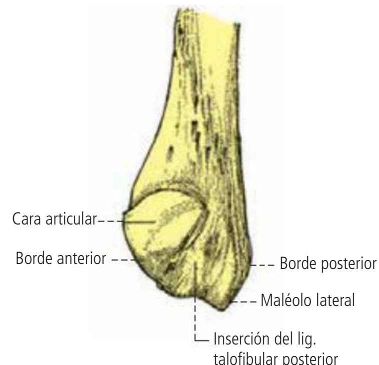


Fig. 63-36. Extremidad inferior de la fíbula [peroné], vista medial.



Fig. 63-37. A. Radiografía anteroposterior de la pierna de un niño de 10 años. Se observa la presencia de cartílago epifisario en la tibia y la fíbula. B. Radiografía lateral de la misma pierna.

4.º para la extremidad inferior. El cartílago epifisario más fértil es el superior.

Anatomía radiológica de la tibia y la fíbula

Las radiografías anteroposteriores (frente) y laterales (perfil) del esqueleto de la pierna proporcionan excelentes imágenes de los huesos. De perfil, la fíbula se proyecta sobre la diáfisis tibial y es necesario orientar oblicuamente la pierna para separarla de ella. Sus extremidades pueden observarse además cuando se efectúan estudios radiológicos de la rodilla o de la articulación talocrural.

HUESOS DEL PIE

Los huesos del pie (**fig. 63-38**), en número de veintiséis, repartidos en tres grupos y yendo de atrás hacia adelante, son:

Huesos del tarso

Son siete, dispuestos en dos filas:

A. Una fila posterior, con el **talus [astrágalo]** y el **calcáneo**, forman el **tarso posterior**.
B. Una fila anterior, con el **cuboides**, el **navicular** y los **cuneiformes medial**, **intermedio** y **lateral**, constituyen el **tarso anterior**.

Cada hueso se describe aquí por separado. Se estudiarán en conjunto su estructura y su desarrollo.

Talus [astrágalo]

Está interpuesto entre los huesos de la pierna por arriba, el calcáneo por abajo y atrás, y el navicular por adelante. Es el hueso del pie que está situado más arriba. Es el único hueso del tarso que no presenta inserciones musculares. Se distingue un **cuerpo**, voluminoso, interpuesto entre la tibia, la fíbula [peroné] y el calcáneo, un **cuello** estrechado y una **cabeza** dirigida hacia adelante, hacia el navicular.

Posición

Colocar hacia arriba la parte convexa y redondeada, la **tróclea**. Hacia adelante, la parte esférica convexa con una estrechez, la **cabeza** y el **cuello**. Lateralmente, hay que ubicar la superficie articular triangular.

Descripción

Cara superior (**fig. 63-39**): está ocupada por una superficie articular más ancha en su parte anterior. Es convexa de adelante hacia atrás y cóncava en sentido transversal, es la **tróclea talar** [astragalina]. Está limitada lateralmente por dos bordes semicirculares, de los cuales el lateral es algo más elevado que el medial. Ambos se prolongan por dos vertientes que confluyen en una **garganta** obtusa de dirección anteroposterior. Este surco es más próximo al borde medial que al lateral, ligeramente oblicuo hacia adelante y en sentido lateral. Por delante de la tróclea astragalina se observa la parte superior del **cuello**, cribado por orificios vasculares. Delante de la tróclea talar [astragalina], en la cara superior del cuello, hay una depresión, donde se aloja la parte anterior de la tibia en la flexión de la pierna sobre el pie.

Cara inferior (**fig. 63-40**): se articula con el calcáneo. Para ello, presenta: una **carilla articular anterior para el calcáneo**, en la región inferior de la cabeza del talus [astrágalo], de forma ovalada y prácticamente plana. Por atrás y en sentido medial, en la cara inferior del cuello del talus [astrágalo], de forma alargada anteroposteriormente y levemente convexa en el mismo sentido, se ubica la **carilla articular media para el calcáneo**.

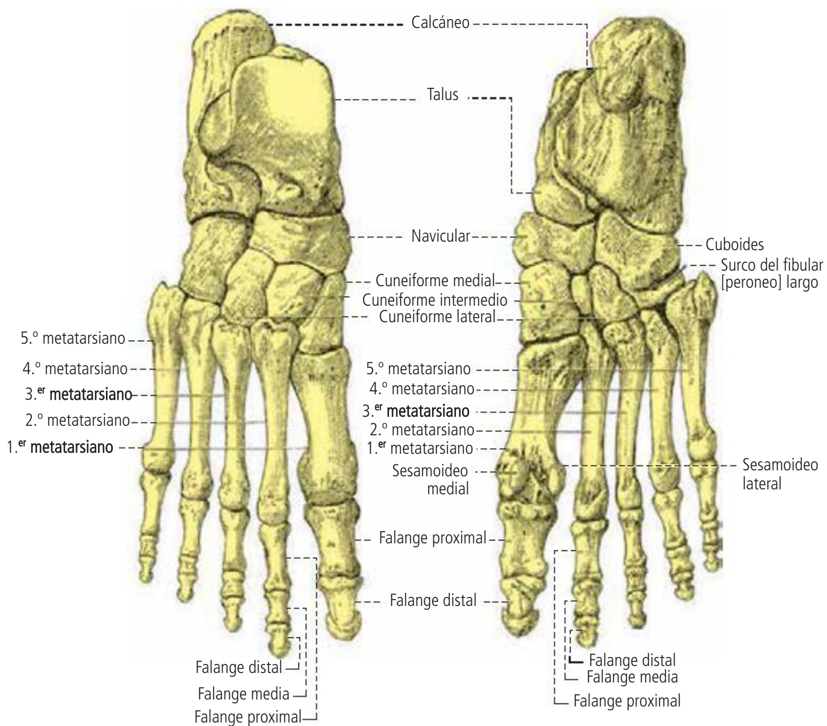


Fig. 63-38. **Huesos del pie derecho. A la izquierda: cara dorsal. A la derecha: cara plantar.**

Por último, presenta otra superficie articular: la **carilla articular posterior para el calcáneo**, ubicada por debajo del cuerpo del talus [astrágalo]. Esta última carilla es más extensa, orientada hacia abajo y hacia atrás, cóncava en sentido anteroposterior y plana transversalmente. La carilla media y la posterior están separadas por un surco profundo, muy oblicuo adelante y lateral, el

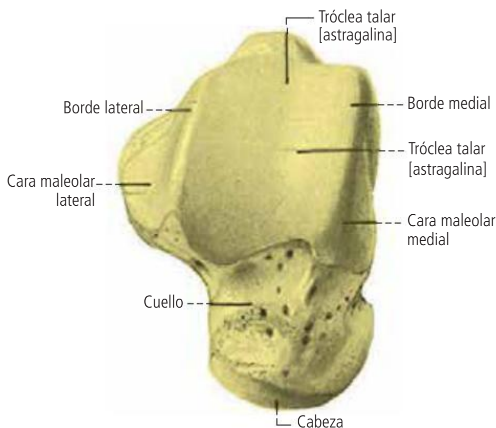


Fig. 63-39. **Talus [astrágalo] derecho visto por su cara superior.**

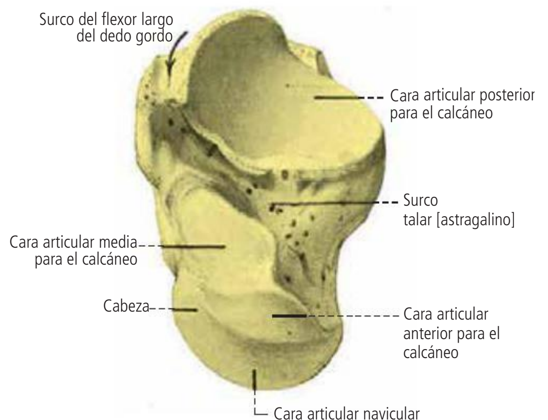


Fig. 63-40. **Talus [astrágalo] derecho visto por su cara inferior.**

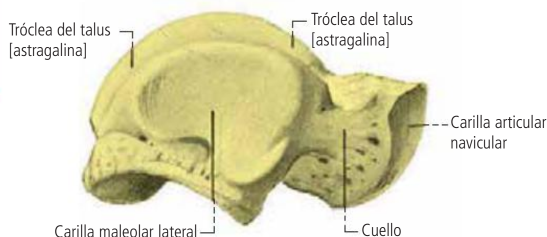


Fig. 63-41. Talus [astrágalo] derecho, vista lateral.

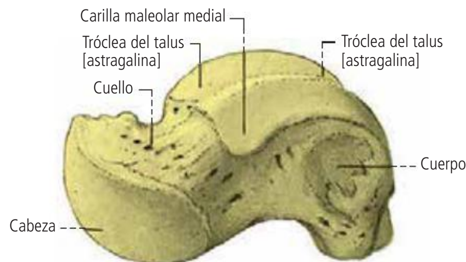


Fig. 63-42. Talus [astrágalo] derecho, vista medial.

surco del talus [astragalino]. Estrechado en la parte posterior, el surco astragalino se ensancha en la anterior, donde forma un conducto junto con el calcáneo: el **seno del tarso**.

Cara maleolar lateral (**fig. 63-41**): está ocupada por una **superficie articular** para el maléolo lateral. Es triangular con base superior curvilínea, que corresponde al borde lateral de la tróclea talar. Su vértice se inclina en sentido lateral y sobresale casi horizontalmente, es el **proceso lateral del talus [astrágalo]**. La cara articular está circunscrita, adelante, por una superficie rugosa en la que se inserta el ligamento talofibular anterior. Atrás, otra rugosidad para el ligamento talofibular posterior. Delante de la cara maleolar lateral: la cara lateral del cuello del hueso es redondeada y la vertiente lateral de la cabeza muestra una parte de su superficie articular.

Cara maleolar medial (**fig. 63-42**): menos elevada que la lateral, presenta arriba y atrás una superficie articular en forma de coma, con cabeza anterior, para el maléolo medial. Se continúa por arriba con la tróclea del talus [astragalina]. Por delante de ella, una superficie rugosa corresponde a la cara medial del cuello. Por debajo, a lo largo del borde cóncavo de la superficie articular, la cara medial del cuerpo. En ella se ven rugosidades para inserciones de la porción tibiotalar anterior del **ligamento colateral medial** (deltoideo). Esta cara es casi vertical. Se inclina medialmente y abajo en su parte anterior, allí donde aparece la vertiente medial de la cabeza.

Cara posterior (**fig. 63-43**): se halla casi reducida a un simple borde interpuesto entre las caras superior e inferior. Está marcada, sin embargo, por el **surco para el tendón del músculo flexor largo del dedo gordo**. Este surco está bordeado lateralmente por una saliente que es el tubérculo lateral. En algunos casos puede ser independiente y se denomina **hueso trígono**.

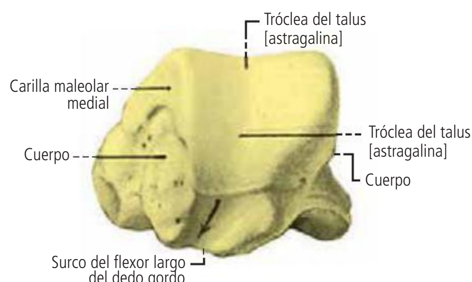


Fig. 63-43. Talus [astrágalo] derecho, vista posterior.

Cara anterior (**figs. 63-39** a **63-42**). Está ocupada por la **cabeza del talus**, que se articula con el calcáneo abajo y con el navicular adelante. Para este fin, el navicular presenta una carilla excavada como cavidad glenoidea. Esta superficie es menor que la superficie de la cabeza del talus. En efecto, la superficie articular navicular se continúa hacia abajo y atrás con la carilla articular anterior para el calcáneo. De ello surge que la porción inferior de la cabeza carece de contacto con el navicular. Esta se relaciona con el **ligamento calcaneonavicular plantar**. La superficie articular de la cabeza, más ancha que alta, está en el resto separada del cuello por un límite neto. La cabeza experimenta, a nivel del cuello, una triple desviación en relación con el eje del cuerpo del hueso (**fig. 63-44**):

A. En el plano **sagital vertical**, los ejes del cuerpo y del cuello forman el **ángulo de inclinación** abierto abajo y adelante, que lleva la cabeza hacia abajo: mide 115° término medio. Es tanto más cerrado cuanto más arqueado es el pie.

B. En un **plano horizontal**, los ejes del cuerpo y del cuello forman el **ángulo de declinación** abierto medialmente (160° término medio) que dirige la cabeza hacia el borde medial del pie hacia el navicular, en dirección del 1.er metatarsiano.

C. En un **plano transversal**, el eje de la cabeza forma con la horizontal, el **ángulo de torsión y de rotación**. Este oscila alrededor de los 45°. Casi inexistente en el recién nacido,

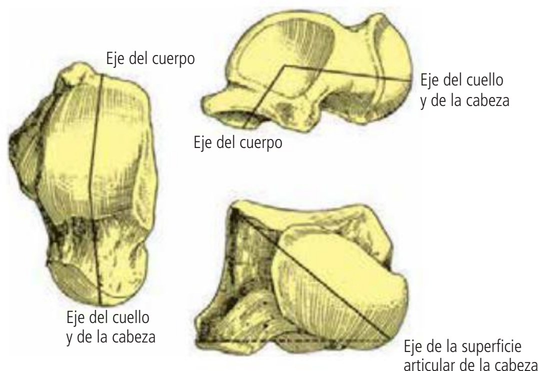


Fig. 63-44. Talus [astrágalo]. A la izquierda: ángulo de declinación, vista superior. Arriba, a la derecha: ángulo de inclinación, vista lateral. Abajo, a la derecha: ángulo de rotación, vista de frente.

se acentúa con la adaptación a la marcha plantígrada del hombre.

Anatomía de superficie

El talus [astrágalo] está casi enteramente disimulado en la articulación talocrural por la tibia y los dos maléolos. Es igualmente profundo bajo las partes blandas: tendón calcáneo, tendones flexores del pie y de los dedos. Adelante, con el pie colocado en posición de flexión plantar, se pueden percibir el cuello y la cabeza, a pesar de la interposición de los tendones extensores del pie y de los dedos.

Calcáneo

Es el más voluminoso de los huesos del tarso, se aplica al suelo por su parte posteroinferior. Se articula arriba con el talus [astrágalo] y adelante, con el cuboides.

Posición

Colocar hacia arriba las tres superficies articulares. Lateral y posteriormente, la más amplia de las tres superiores. Hacia adelante, la cara que tiene una superficie articular única. Su parte posteroinferior apoyada en un plano horizontal. Su parte anterior queda por encima de este plano, sin apoyarse en él.

Descripción

Es un hueso alargado de adelante hacia atrás, con una importante y fuerte saliente medial. En él se describen:

Cara superior (**fig. 63-45**): presenta hacia adelante tres carillas articulares que se corresponden con las del talus [astrágalo]. Adelante y medialmente se encuentran la **carilla articular anterior del talus [astrágalo]** y la **carilla articular media del talus [astrágalo]**. Esta última es medial, alargada, oblicua de atrás hacia adelante y de medial a lateral. La otra es la **carilla articular posterior del talus [astrágalo]**, está ubicada **posterolateral**, es más ancha, muy inclinada hacia abajo y adelante. Se encuentra apoyada sobre un macizo óseo importante, por lo cual se comprenderá la importante función que tiene en la estática del pie.

Entre las carillas media y posterior se encuentra el **surco del calcáneo**, oblicuo hacia adelante y lateralmente.

Por detrás de la porción articular con el talus [astrágalo], la cara superior del hueso es cóncava hacia arriba, convexa en sentido transversal, irregular y cribada por orificios vasculares.

Cara inferior (**fig. 63-46**): es muy irregular. Atrás se encuentran dos salientes, los **procesos lateral** y **medial** de la **tuberosidad calcánea**. Por delante de estos procesos se extiende una superficie rugosa longitudinal para la inserción del ligamento calcaneocuboideo plantar. Esta superficie termina por adelante en una eminencia más o menos bien circunscrita, denominada **tubérculo del calcáneo**, en el cual se insertan los fascículos profundos del ligamento calcaneocuboideo plantar. Estas salientes son los sitios de inserción de músculos y ligamentos voluminosos que pertenecen a la planta del pie.

Cara lateral (**fig. 63-47**): es superficial. El punto de unión del tercio anterior con los dos tercios posteriores está marcado por la **tróclea fibular [peroneal] del calcáneo**. Esta separa los surcos de los tendones de los músculos fibulares [peroneos]: el fibular [peroneo] corto por arriba, el fibular [peroneo] largo por debajo de la tróclea fibular [peroneal], en la cual se insertan las vainas fibrosas de estos tendones. Por encima y detrás de la tróclea fibular [peroneal] se inserta el ligamento calcaneofibular.

Cara medial (**fig. 63-48**): está excavada por un surco profundo y ancho: el **canal calcáneo medial**. Está limitado por atrás por el proceso [apófisis] medial de la tuberosidad calcánea y por adelante, por el **sustentáculo del talus [astrágalo]** (*sustentaculum tali*). El sustentáculo del talus es una saliente medial muy pronunciada, que sostiene por arriba la **carilla articular media**

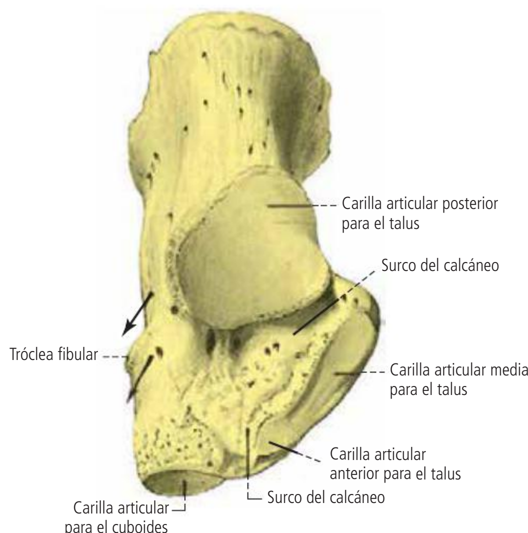


Fig. 63-45. Calcáneo derecho, vista superior.

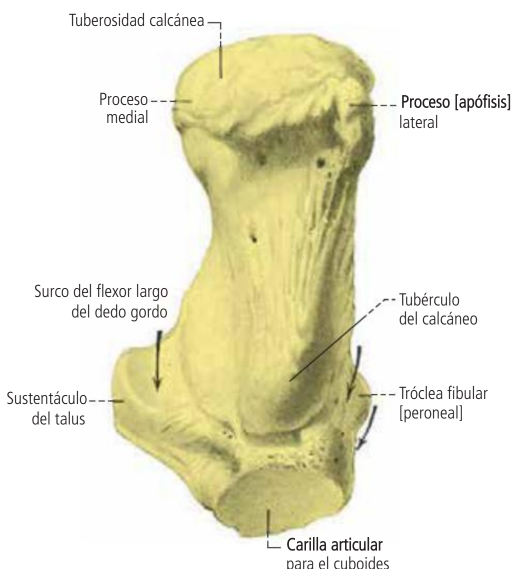


Fig. 63-46. Calcáneo derecho, vista inferior.

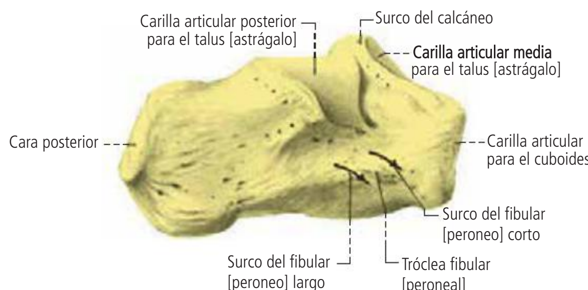


Fig. 63-47. Calcáneo derecho, vista lateral.

del talus [astrágalo]. Por debajo del sustentáculo del talus [astrágalo] se encuentra el **surco para el tendón del músculo flexor largo del dedo gordo**. Por el **canal calcáneo medial** pasan los tendones, los vasos y los nervios de la cara posterior de la pierna que llegan a la planta del pie.

Cara posterior (**fig. 63-49**): inclinada abajo y atrás, es ancha y lisa en su parte superior, donde una bolsa sinovial la separa del tendón calcáneo. Abajo es rugosa, levantada por las inserciones sólidas del tendón calcáneo.

Cara anterior: está excavada por una superficie articular cóncava de arriba hacia abajo y convexa en sentido transversal, es la **carilla articular para el cuboides**. Esta carilla se adapta a la cara posterior del cuboides y está limitada arriba por una eminencia delgada que la sobrepasa.

Anatomía de superficie

Las caras laterales y posterior son accesibles a la palpación a través de los planos de cubierta, en toda su extensión. En cambio, las otras caras articulares, o las cubiertas por partes blandas, están ocultas. Solo el **sustentáculo del talus [astrágalo]** se puede palpar a través de la piel, debajo del maléolo medial.

Radiología

Radiológicamente, el calcáneo se ve muy bien desde lateral (perfil). En tales proyecciones, la integridad de su cara superior (el tálamo) y la gravedad de sus fracturas se pueden juzgar desde **dos ángulos** (**fig. 63-50**):

A. El ángulo de **Bohler**.
B. El ángulo de **De Langres**.

Cuboides

Se articula atrás con el calcáneo, medialmente con el navicular y el cuneiforme lateral, adelante con el 4.º y el 5.º metatarsiano (**fig. 63-51**).

Cara dorsal o superior: se halla orientada arriba y lateralmente, forma parte del dorso del pie. Irregular, está cubierta por ligamentos y los músculos extensor corto de los dedos y extensor corto del dedo gordo.

Cara plantar o inferior (**fig. 63-52**): en su parte media o algo atrás la cruza de lateral a medial y de atrás hacia adelante una saliente: la **tuberosidad del cuboides**, por delante de la cual se encuentra el **surco para el tendón del músculo fibular [peroneo] largo**, transformado en conducto por una expansión del ligamento calcaneocuboideo plantar. Por el surco pasa el tendón del fibular [peroneo] largo. Cerca del borde lateral puede existir una **impresión oval** que se corresponde con el sesamoideo del tendón de este músculo.

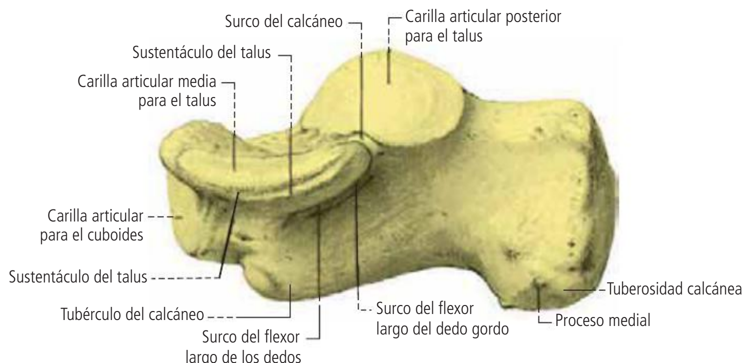


Fig. 63-48. Calcáneo derecho, vista medial.



Fig. 63-49. Calcáneo derecho, vista posterior.

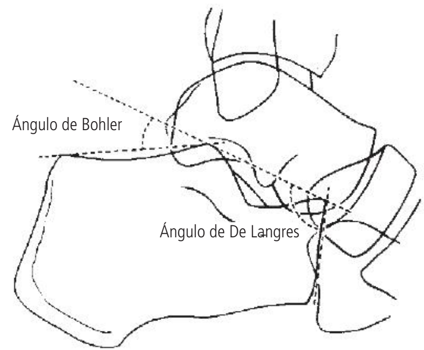


Fig. 63-50. Esquema de una radiografía de la articulación subtalar.

Cara posterior (**fig. 63-53**): se articula con el calcáneo; convexa en sentido transversal, es cóncava en sentido vertical. De forma triangular con base superior curvilínea dorsal, el vértice se prolonga hacia abajo y medialmente formando el **proceso [apófisis] calcáneo** del cuboides.

Cara anterior (**fig. 63-53**): articular, está subdividida por una cresta vertical oblicua: la carilla que queda lateralmente corresponde al 5.º metatarsiano y la que queda medialmente, al 4.º.

Cara medial: presenta en su parte media una carilla articular para el cuneiforme lateral. Por detrás de ella puede existir una más pequeña para el navicular; el resto es rugoso, para inserciones ligamentosas.

Cara lateral (véase **fig. 63-62**): corresponde al borde lateral del pie; se observa una escotadura que es el comienzo del surco para el tendón del músculo fibular [peroneo] largo.

Navicular [escafoides]

Se articula con la cabeza del talus [astrágalo] y, por adelante, con los tres cuneiformes. Aplastado en sentido anteroposterior, no llega tan adelante como el cuboides.

Cara posterior (**fig. 63-54**): presenta una cavidad profunda, regular, más ancha que alta, destinada a recibir la cabeza del talus [astrágalo].

Cara anterior (**fig. 63-55**): presenta dos crestas oblicuas descendentes, que la dividen en tres superficies articulares para cada uno de los cuneiformes.

Cara lateral: es estrecha, presenta una pequeña carilla que se articula con el cuboides.

Borde superior: inclinado abajo y medialmente, forma parte de la cara dorsal del tarso.

Borde inferior: opuesto al precedente, sobresale en la cara plantar. Ambos son rugosos, para inserciones ligamentosas.

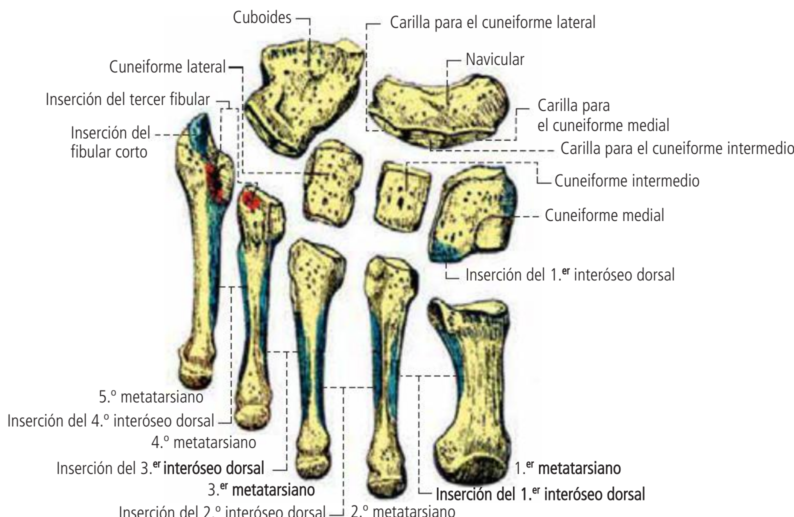


Fig. 63-51. Huesos de la segunda hilera del tarso y los metatarsianos vistos por su cara dorsal con inserciones musculares.

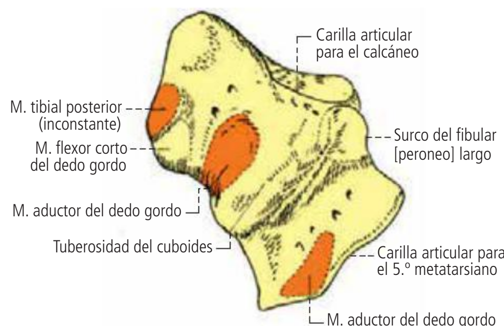


Fig. 63-52. Cuboides derecho con sus inserciones musculares, visto por su cara inferior.

Extremo medial: une la parte superior e inferior del hueso. En su parte posteromedial forma una importante saliente, la tuberosidad del navicular, para la inserción terminal del tendón principal del músculo tibial posterior. La tuberosidad del navicular es un importante punto de referencia, palpable en el borde medial del pie (véase **fig. 63-61**).

Cuneiformes

Se los designa así por tener forma de **cuñas** con base dorsal y vértice plantar, situados entre el navicular, el cuboides y los cuatro primeros metatarsianos (**figs. 63-56** y **63-57**). De esta manera contribuyen a dar a los esqueletos tarsiano y metatarsiano su aspecto cóncavo abajo y medialmente.

Cuneiforme medial [1.ª cuña]

Forma parte del **borde medial del pie**. **Atrás** se articula con el navicular. **Adelante** se relaciona con la carilla posterior de la base del 1.er metatarsiano; es una ancha superficie articular convexa medialmente (véase **fig. 63-61**). En su parte anterior e inferior se encuentra una impresión circular para la **inserción del tendón del tibial anterior**. Lateralmente presenta **dos carillas articulares**: la **anterior**, pequeña, para el 2.º metatarsiano, y la **posterior**, más grande, para el cuneiforme intermedio. Por debajo de ambas existen rugosidades para las inserciones de los ligamentos interóseos. El **vértice**, inferior, sobresale en la planta del pie: es desigual y ancho, y da inserción a ligamentos y a una expansión del **tendón del tibial posterior**. La **base**, superior, está en la región dorsal del pie, es más gruesa adelante, donde se articula con el 2.º metatarsiano, y más delgada atrás, donde se articula con el cuneiforme intermedio.

Cuneiforme intermedio [2.ª cuña]

Hacia **atrás**, con forma triangular y ligeramente cóncavo, se articula con la cara media del navicular. Hacia **adelante**, con la base del 2.º metatarsiano. **Medialmente**, se articula en sentido anteroinferior con el cuneiforme medial. Presenta una carilla en escuadra, entre cuyas ramas se insertan ligamentos interóseos. Lateralmente presenta hacia atrás una carilla articular. La **base**, superior, forma parte del dorso del pie, es cuadrilátera y rugosa para inserciones ligamentosas. El **vértice**, inferior, rectilíneo y delgado, corresponde a la planta del pie (véase **fig. 63-60**).

Cuneiforme lateral [3.ª cuña]

Hacia **atrás** se articula con la carilla del navicular. Hacia **adelante**, con el 3.er metatarsiano. **Medialmente** presenta dos carillas articulares, la **posterior** para el cuneiforme intermedio, la **anterior**, más estrecha, para el 2.º metatarsiano. **Lateralmente**, dos carillas articulares: una **posterior** para el cuboides, otra **anterior**, inconstante, para el 4.º metatarsiano, y entre ambas, rugosidades para la inserción de ligamentos interóseos. La **base** forma parte del dorso. El **vértice** es un borde dirigido en sentido anteroposterior, se exterioriza en la planta del pie (véase **fig. 63-60**).

Estructura de los huesos del tarso

Todos son huesos **cortos**, formados por tejido óseo esponjoso rodeado por una capa sólida de hueso compacto (**fig. 63-58**).

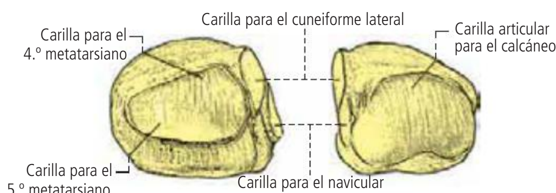


Fig. 63-53. Cuboides derecho. A la izquierda, vista anterior. A la derecha, vista posterior.

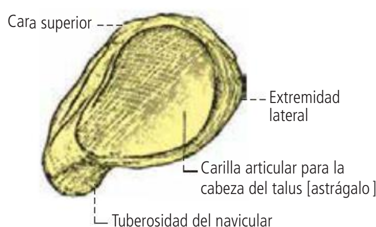


Fig. 63-54. Navicular derecho visto por su cara posterior.

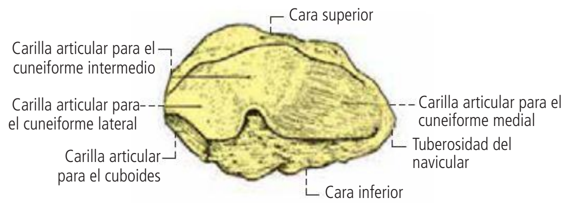


Fig. 63-55. Navicular derecho visto por su cara anterior.

Las trabéculas óseas (**fig. 63-59**) se orientan en el sentido de las fuerzas complejas que el peso del cuerpo ejerce sobre el pie. En efecto, la orientación de esas fuerzas, y por lo tanto de las trabéculas, varía según que el pie se apoye sobre el suelo por toda su superficie (posición plantígrada) o solo por su extremidad anterior (posición digitígrada). Las precisiones anatómicas concernientes a estas estructuras se considerarán más adelante.

Desarrollo de los huesos del tarso

Cada uno de ellos se desarrolla a partir de un punto de osificación primario. Solo el calcáneo presenta dos puntos secundarios para su parte posterior. Esos puntos de osificación primarios aparecen hacia el 3.er mes de vida intrauterina para el calcáneo y en el 6.º mes para el talus [astrágalo]. Entre el 2.º y el 5.º año aparecen los puntos de osificación para los huesos del tarso anterior. Es decir que las operaciones quirúrgicas dirigidas contra las deformaciones del pie, en la primera infancia, se efectúan sobre piezas aún casi enteramente cartilaginosas.

Las anomalías en este desarrollo pueden ocasionar el aumento del número de los huesos del tarso (hueso trígono, cuneiforme *bipartitum*, etc.) o su reducción por soldadura de ciertos huesos.

Metatarso

Descripción

Constituye el esqueleto del antepié, entre el tarso anterior y los dedos (**fig. 63-60**). Está unido a los primeros por la articulación tarsometatarsiana y a los segundos, por las articulaciones metatarsofalángicas. Existen **cinco metatarsianos**, numerados del I al V, que van de medial a lateral. Todos son huesos **largos**, con:

- Una **diáfisis** de forma triangular, cuya cara dorsal es plana; también lo son las caras laterales (en relación con los músculos interóseos) y un borde saliente, plantar.
- Dos **epífisis**, una superior o proximal (**base**), articulada con el tarso por una parte y con los otros metatarsianos, por otra. La otra epífisis, inferior o distal (**cabeza**), está articulada con la falange proximal de los dedos correspondientes. Saliente en la cara plantar, la extremidad distal toma contacto con el suelo en la estación de pie (ortostática).

Ciertas características particulares permiten distinguir los metatarsianos entre sí:

1.er metatarsiano

Es el más corto y el más voluminoso (**figs. 63-51** y **63-61**). **Su extremidad proximal** tiene una carilla lateral. Puede existir por adelante, algo arriba y lateralmente a esta, una carilla pequeña, menor, que se articula con el 2.º metatarsiano. En su cara plantar se encuentra una saliente lateral más o menos desarrollada: la **tuberosidad del 1.er metatarsiano**, destinada a la inserción del tendón del músculo peroneo largo. Su **extremidad distal** o **cabeza** es cuadrilátera y de grandes dimensiones, y presenta en la cara plantar dos superficies anteroposteriores que se relacionan con los dos **sesamoideos** de la articulación metatarsofalángica del dedo gordo.

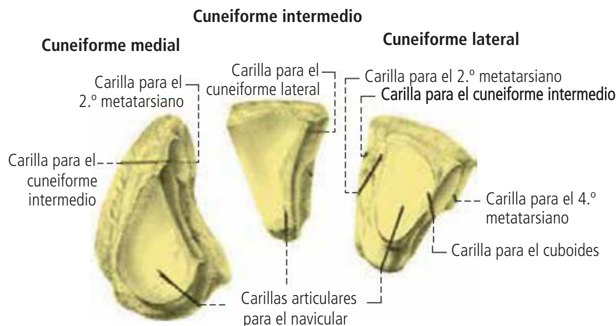


Fig. 63-56. Cuneiformes vistos por su cara posterior.

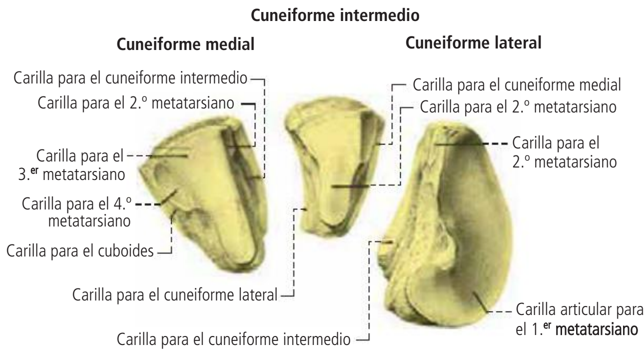


Fig. 63-57. Cuneiformes vistos por su cara anterior.

2.º metatarsiano

Posee una **extremidad proximal** o **base**, encastrada entre los tres cuneiformes, por una parte, y el 1.º y el 2.º metatarsiano por otra. Se la reconoce por la complejidad y el número de sus carillas articulares.

3.º y 4.º metatarsiano

Son los más acordes con la descripción general.

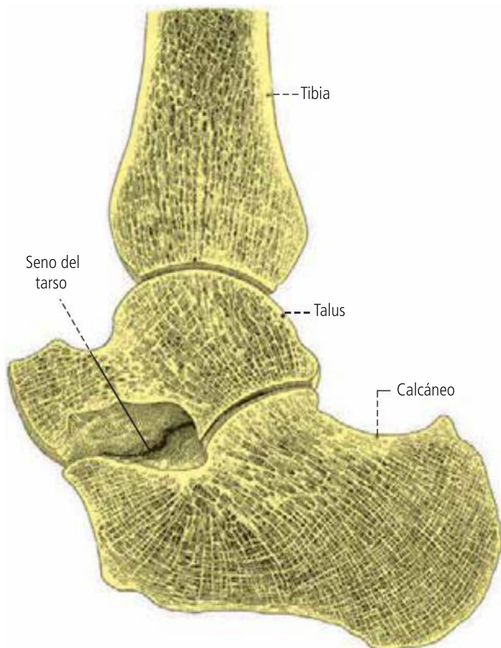


Fig. 63-58. Corte sagital de tibia, talus [astrágalo] y calcáneo derechos. Segmento medial del corte.

5.º metatarsiano

Es el más delgado, pero su base tiene dos carillas articulares, una posterior para el cuboides, oblicua arriba y lateralmente (véase **fig. 63-62**). Otra medial se articula con el 4.º metatarsiano. La base está prolongada por una saliente ósea pronunciada, la **tuberosidad del 5.º metatarsiano**, sobre la cual viene a insertarse el tendón del músculo fibular [peroneo] corto. Esta **tuberosidad** se **palpa** bajo la piel del borde lateral del pie, situada aproximadamente en la mitad de este borde.

Estructura

Los metatarsianos son huesos largos. La cortical de su diáfisis es espesa y sólida, el conducto medular tiene dimensiones reducidas. El tejido esponjoso de sus epífisis es igualmente robusto y denso, lo que manifiesta la importancia de los esfuerzos sufridos por estos huesos en la estación de pie, la marcha, la carrera y el salto.

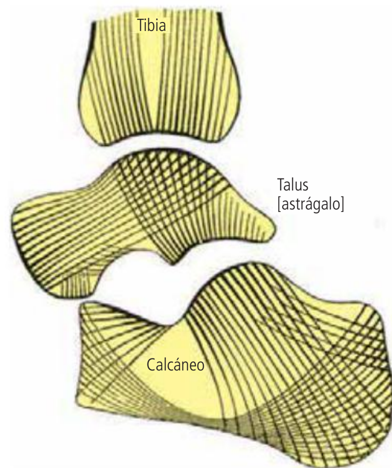


Fig. 63-59. Figura esquemática que representa la estructura trabecular de la extremidad inferior de la tibia, el talus [astrágalo] y el calcáneo (según Meyer).

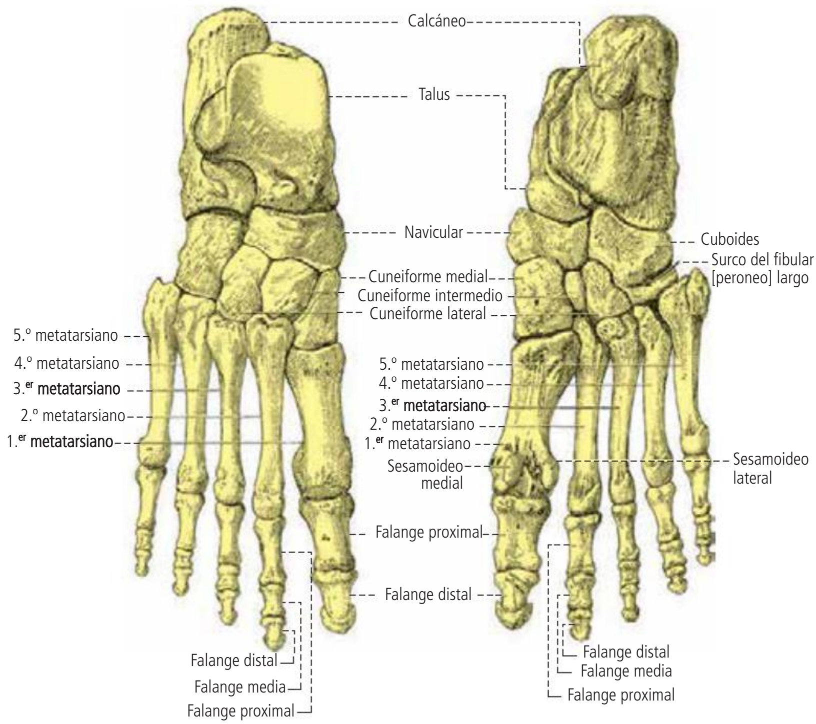


Fig. 63-60. Huesos del pie derecho. A la izquierda: cara dorsal. A la derecha: cara plantar.

Anatomía de superficie

La cara dorsal de los huesos está separada de la piel solo por los tendones, los vasos y los nervios superficiales. Los huesos se perciben fácilmente en los bordes medial y lateral del pie. La extremidad proximal del 1.er metatarsiano se manifiesta en forma discreta, mientras que la tuberosidad del 5.º es fácil de palpar. La línea que las reúne es fuertemente oblicua, en sentido lateromedial y de atrás hacia adelante.

Desarrollo

Como los metacarpianos, a los cuales se asemejan, los metatarsianos se desarrollan a partir de dos puntos de osificación: un **punto primario** para la diáfisis y la extremidad proximal (4.º a 5.º mes de vida intrauterina) y un punto complementario para la extremidad distal (2.º a 4.º año). El cartílago epifisario se sitúa en la extremidad distal del hueso.

Como el 1.er metacarpiano, el **1.er metatarsiano** se distingue

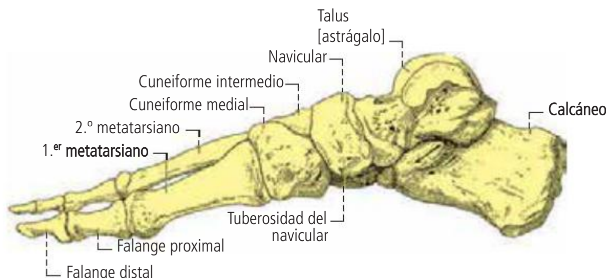


Fig. 63-61. Huesos del pie derecho, vista medial. Las flechas en la cara medial del calcáneo indican el trayecto de los tendones del flexor largo de los dedos y del flexor largo del dedo gordo.

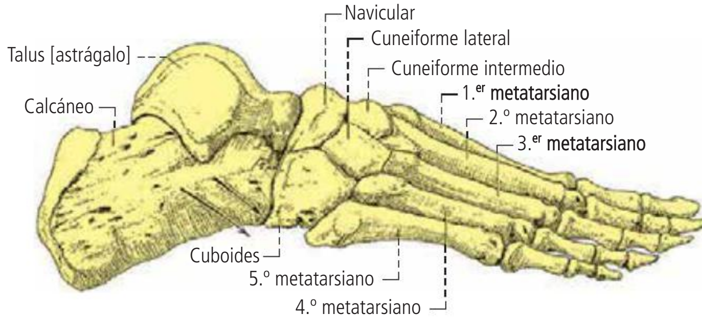


Fig. 63-62. Huesos del pie derecho, vista lateral. Las flechas en la cara lateral del calcáneo indican el trayecto de los tendones del fibular [peroneo] largo y del fibular [peroneo] corto.

de sus vecinos porque el **punto de osificación complementario** se encuentra en la **extremidad proximal del hueso**.

Falanges de los dedos del pie

Su disposición es semejante a la de los huesos de los dedos de la mano. Cada dedo del pie (**fig. 63-63**), excepto el primero, posee tres falanges: proximal, media, distal [1.ª, 2.ª y 3.ª falange]. Estos huesos son muy cortos, en especial el último; a pesar de su calidad de huesos "largos", sus extremidades están prácticamente en contacto una con otra. Por comparación con las partes blandas espesas que las tapizan, ocupan un lugar menor y están situadas en el eje del dedo. Reciben las inserciones de numerosos tendones que aseguran los movimientos de flexión dorsal y plantar, cuya acción locomotora no es despreciable. La **falange proximal del primer dedo** suele estar flanqueada por los **huesos sesamoideos**, uno medial y otro lateral, próximos a su cara plantar.

Esqueleto del pie en general

Cuando están articulados los unos con los otros, los huesos del pie adoptan una disposición particular, muy diferente de la de los huesos de la mano. Esta disposición está adaptada a la función locomotora del pie y a la posición bípeda, plantígrada, del hombre. Los huesos forman, en sentido anteroposterior, dos arcos, uno posterior y otro anterior:

A. El **arco posterior** parte del cuerpo del astrágalo y se extiende hacia los procesos de la tuberosidad calcánea.

B. El **arco anterior**, partiendo de la cabeza del talus [astrágalo] y del tubérculo del calcáneo, se inclina hacia adelante. Comprende los huesos del tarso anterior, los metatarsianos y los dedos.

Estos dos arcos, de longitudes muy diferentes, describen una concavidad inferior, la **bóveda plantar**. Esta se apoya sobre el

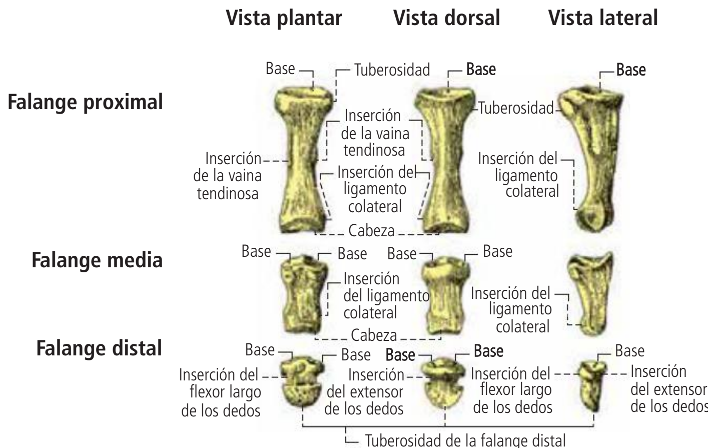


Fig. 63-63. Segundo dedo del pie desarticulado.

plano horizontal atrás, por los **procesos de la tuberosidad calcánea**, y adelante por la **cabeza de los metatarsianos**.

El talus [astrágalo] parece hallarse como una **superestructura** sobre esta bóveda, de la que se sabe actualmente que no constituye el elemento fundamental.

El examen del esqueleto permite comprobar que también existe, a nivel de la parte media del pie, una **concavidad** o **arco transversal**. Esta concavidad está orientada hacia abajo y en sentido medial. Así, cuando el pie reposa sobre un plano horizontal por su parte lateral, su parte **medial** queda **elevada por encima de este plano** (**fig. 63-60**).

A partir del talus [astrágalo] y del calcáneo, atrás, se distinguen dos arcos anteroposteriores:

A. Un **arco medial**, constituido por la cabeza del astrágalo, el navicular, el cuneiforme medial y el 1.º, 2.º y 3.er metatarsiano (**fig. 63-61**).

B. Un **arco lateral**, que parte del tubérculo del calcáneo y se continúa por el cuboides y el 4.º y 5.º metatarsiano (**fig. 63-62**).

Esta disposición del esqueleto, mantenida por las diversas articulaciones pero movilizada por los numerosos músculos insertados en los huesos del pie, le confiere una considerable elasticidad.

La orientación de las líneas de fuerza y estructura de los huesos del pie, la anatomía funcional de las articulaciones y de los músculos se estudiarán posteriormente en el capítulo especial en el que se trata la "bóveda plantar".

Anatomía radiológica

Las proyecciones corrientes dorsoplantar y lateral (frente y perfil), útiles para el estudio de diversos procesos y traumatismos, hacen posible la visualización de determinadas fracturas (**figs. 63-64** y **63-65**).

Ciertos huesos necesitan proyecciones especiales.

Este método informa, además, sobre el estado de la bóveda plantar.

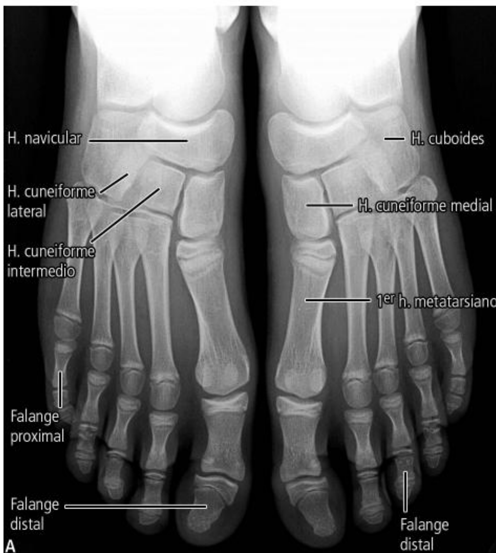




Fig. 63-64. A. Radiografía dorsoplantar de ambos pies de un niño. Se observan el tarso anterior, el metatarso y los dedos. Se ven los cartílagos epifisarios hipodensos. B. Radiografía lateral del tobillo y del pie de un niño. El pie se encuentra en apoyo plantar sobre el suelo.

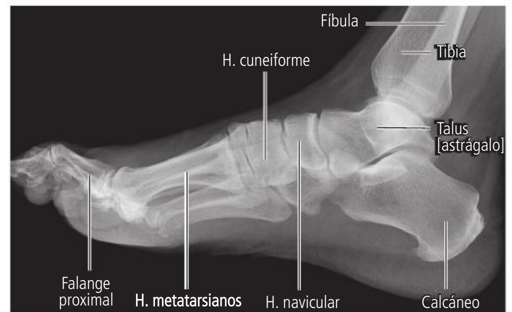


Fig. 63-65. Radiografía lateral del tobillo y del pie de un adulto, sin apoyo.

Véase **Caso clínico:** ***Fractura del cuello del fémur***

64 Cintura pélvica

Articulaciones de la cintura pélvica

Los dos huesos ilíacos se articulan atrás con la columna vertebral, representada aquí por el sacro; son las **articulaciones sacroilíacas**. Están unidos entre sí, adelante, en la línea mediana, por la **sínfisis del pubis**. Además, están unidos a la derecha y a la izquierda a las partes laterales del sacro y del cóccix por **ligamentos a distancia**, los **ligamentos sacrotuberoso** y **sacroespinoso**.

Estas articulaciones se caracterizan por su **solidez** y su acción es esencial en la **estática**.

ARTICULACIÓN SACROILÍACA

Une la parte lateral del sacro al ilion. Es una articulación sinovial plana, poco móvil, entre las caras articulares de esos huesos (**figs. 64-1** y **64-2**).

Superficies articulares

Sacro: corresponde a la cara articular de este hueso, excavada en un canal cóncavo lateralmente, atrás y arriba. Tiene forma de arco cóncavo hacia atrás; es la **carilla auricular** del sacro.

Coxal: la carilla articular de este hueso también está curvada en arco cóncavo hacia atrás y es convexa en sentido medial, adelante y abajo; se trata de la **cara auricular** del coxal.

Interlínea articular: se caracteriza por un encaje perfecto de las dos superficies de las **carillas auriculares**. El hueso coxal se proyecta formando, abajo, un soporte a la parte correspondiente del sacro. Este aparece tallado como una cuña, oblicua de arriba hacia abajo y de atrás hacia adelante, lo que le permite resistir las presiones que experimenta a partir de la columna lumbar. Si bien se la puede considerar como una articulación plana, las superficies articulares son irregulares y recíprocas, lo cual restringe los movimientos.

Medios de unión

Cápsula: fibrosa y en forma de manguito, no tiene valor funcional. Se inserta en el contorno de las superficies articulares y está reforzada por ligamentos.

Ligamentos: son los **sacroilíacos anteriores**, **posteriores**, interóseos y **a distancia** (ligamento iliolumbar, sacrotuberoso y sacroespinoso) (**figs. 64-3** y **64-4**):

- **Ligamentos anteriores:** se extienden desde la cara anterior de la base del sacro y desde los dos primeros forámenes sacros hasta la parte correspondiente del hueso coxal: fosa ilíaca, parte posterior de la línea arqueada y por encima de la escotadura ciática mayor.
- **Ligamentos posteriores:** son los más importantes, por los esfuerzos que soportan. Están dispuestos en dos planos:

A. Un **plano superficial**, constituido por los **ligamentos sacroilíacos posteriores**, con fascículos que unen la cresta ilíaca con la tuberosidad sacra y con las crestas sacras intermedia y lateral. El **ligamento sacroilíaco posterior corto** tiene fascículos de fibras cortas y gruesas, que van desde la espina ilíaca posterior superior y la parte posterior de la cresta ilíaca hasta la parte superior de las crestas sacras lateral e intermedia. El **ligamento sacroilíaco posterior largo** tiene fibras largas que desde la espina ilíaca posterior superior descienden hasta la parte inferior de la cresta sacra lateral.

B. Un **plano profundo**, formado por los **ligamentos sacroilíacos interóseos**, integrado por fibras cortas que llenan la excavación profunda situada inmediatamente por detrás de la articulación. Se insertan en toda la extensión de la tuberosidad ilíaca y desde allí se dirigen en sentido medial a la depresión de la tuberosidad sacra, que se encuentra lateralmente y delante de la cresta sacra lateral.

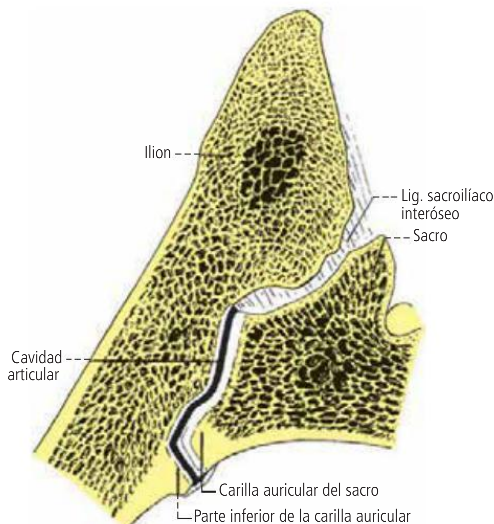


Fig. 64-1. Articulación sacroilíaca vista en un corte practicado por un plano que pasa por la línea arqueada. Lado derecho. Segmento posterior del corte.

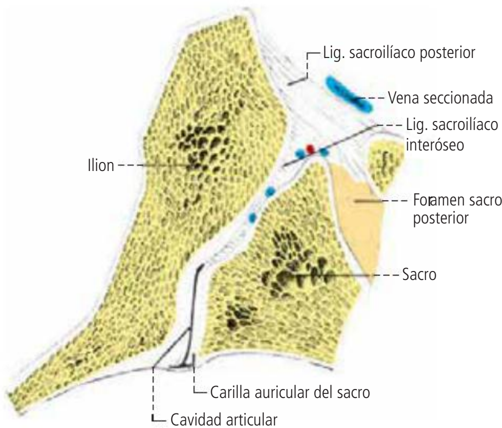


Fig. 64-2. **Corte transversal de la articulación sacroilíaca que pasa por el 1.er foramen sacro. Segmento posterior del corte.**

– **Ligamentos a distancia:** se distinguen tres:

A. El **ligamento iliolumbar** reúne el proceso [apófisis] transverso de la 5.ª vértebra lumbar con la cresta ilíaca por un fascículo potente. Completa el espacio angular que separa la cresta ilíaca de la columna vertebral.

B. El **ligamento sacrotuberoso** [sacrociático mayor] es una lámina fibrosa, larga y espesa, insertada arriba y medialmente en las dos **espinas ilíacas posteriores**, donde se confunde más o menos con el ligamento sacroilíaco posterior largo. Sus fibras también parten de la parte posterior de la fosa glútea y del borde lateral del sacro y el cóccix. Desde esta inserción amplia se dirige hacia abajo y lateralmente, estrechándose para expandirse algo más abajo y fijarse en la parte posteromedial de la **tuberosidad isquiática**, por encima de los tendones reunidos de la cabeza larga del bíceps femoral y del semitendinoso, con un **fascículo reflejo** en la rama del isquion, formando el **proceso falciforme**.

C. El **ligamento sacroespinoso** [sacrociático menor] está situado por delante del anterior. Se inserta por su base en el **borde lateral del sacro** hasta el cóccix. Sus fibras convergen, abajo y en sentido lateral, en la **espina ciática**, en cuyo vértice y bordes se insertan.

Los **ligamentos sacrotuberoso** y **sacroespinoso** llenan una parte del espacio interpuesto entre el coxal lateralmente, y el sacro y el cóccix medialmente. Delimitan dos orificios:

– El **foramen ciático mayor**, superior, limitado por el ilíaco, la articulación sacroilíaca, el sacro y el ligamento sacroespinoso.
– El **foramen ciático menor**, inferior, limitado por el isquion y los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso.

Estos forámenes están atravesados por numerosos elementos, musculares, vasculares y nerviosos, que van de la cavidad pelviana a las regiones glútea y perineal.

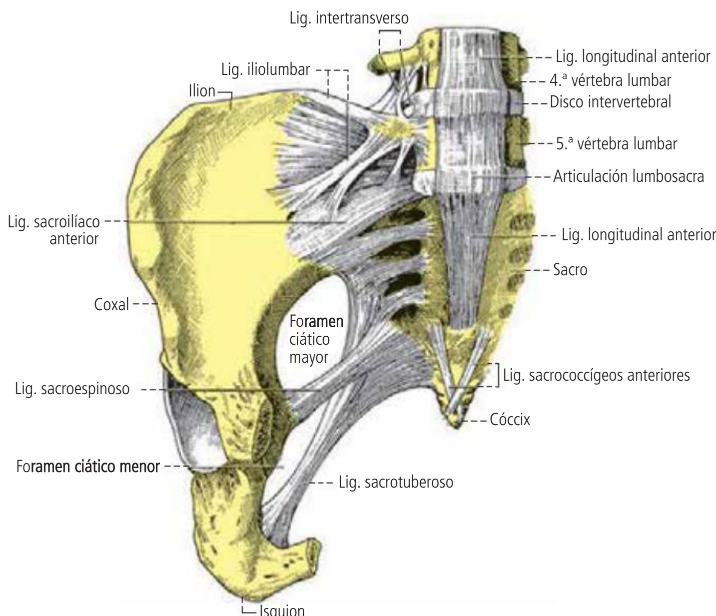


Fig. 64-3. **Articulación sacroilíaca derecha, vista anterior.**

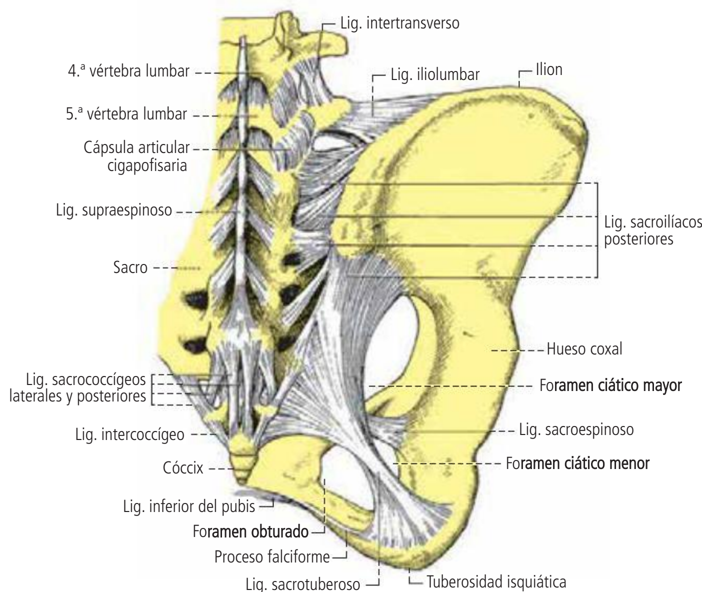


Fig. 64-4. Articulación sacroilíaca derecha, vista posterior.

Sinovial

Tapiza la cara profunda de la cápsula. Es exigua como la cavidad articular misma. Esto no impide a la articulación sacroilíaca sufrir afecciones distróficas o infecciones, tanto más dolorosas (sacrocoxalgia) cuanto más importante es la acción estática de la articulación.

Relaciones

Es una articulación **profunda** en todos los sentidos:

A. Atrás: está cubierta por las inserciones del músculo erector de la columna y del glúteo mayor.

B. Adelante: pertenece a dos regiones diferentes:
- A la **fosa ilíaca**, donde está cubierta por el músculo psoas y los vasos ilíacos comunes que se bifurcan delante de la interlínea articular.
- A la **cavidad pelviana**, y más exactamente a su pared posterosuperior y lateral.

C. Abajo: limita el contorno superior de la escotadura ciática mayor.

El abordaje de la articulación es difícil; se puede tener acceso a la cavidad articular por trepanación de la fosa glútea realizada en su parte posterior.

Vascularización e inervación

Los vasos iliolumbares, glúteos superiores y sacros laterales aseguran la vascularización.

Ramos de los primeros nervios sacros le proporcionan su sensibilidad.

Movimientos

Son extremadamente limitados; consisten en un desplazamiento del sacro, que lleva su extremidad inferior sea hacia atrás, **nutación**, o hacia delante, **contranutación**. El eje de este movimiento es transversal a la altura de la parte inferior de los ligamentos sacroilíacos posteriores.

Estos movimientos son más amplios en la mujer en el momento del parto, debido a la distensión de los ligamentos, lo que aumenta ligeramente el diámetro anteroposterior de la pelvis.

La acción principal de las articulaciones sacroilíacas es la de repartir las cargas (peso del cuerpo) provenientes de la columna lumbar entre los dos huesos ilíacos, que las transmiten a los isquiones (posición sedente) o a las cabezas femorales (posición de pie).

SÍNFISIS DEL PUBIS

Reúne a los dos huesos coxales en el plano mediano en su sector anterior. Es una articulación cartilaginosa, una sínfisis.

Superficies articulares

Cada pubis presenta, en su cara interna, una superficie oval orientada en sentido medial, cuyo eje mayor es oblicuo hacia abajo y atrás. Esta superficie rugosa está cubierta por cartílago hialino.

Medios de unión

Se distinguen un fibrocartílago interóseo y ligamentos periféricos.

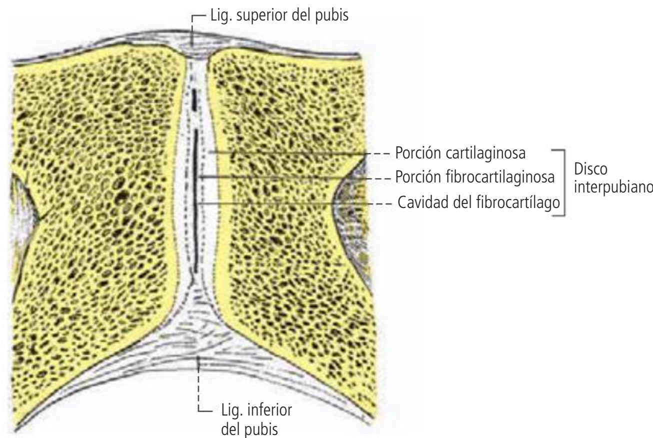


Fig. 64-5. **Sínfisis del pubis. Estructura de la articulación. Corte coronal.**

Disco interpubiano (**fig. 64-5**): es un fibrocartílago que completa exactamente el intervalo que separa a ambos pubis y se adhiere con firmeza a las dos superficies articulares. Es, como las superficies, oblicuo hacia abajo y atrás. Es más ancho adelante que atrás, donde los huesos están más próximos. Visto en un corte, presenta una parte periférica, muy densa, y una parte central más delgada, a veces excavada por una pequeña cavidad.

Ligamentos periféricos: confundidos en sus bordes, constituyen alrededor del fibrocartílago un manguito bastante semejante a una cápsula. Se describen:

- Un **ligamento anterior** (**fig. 64-6**), que ocupa la parte anteroinferior de la sínfisis. Las **fibras profundas** transversales van de un pubis al otro, confundiéndose con el periostio y el disco interpubiano. Las **fibras superficiales** representan a las fibras tendinosas de los músculos que se insertan en la región: recto del abdomen, piramidal, oblicuo externo, grácil, aductores del muslo.
- Un **ligamento posterior** (**fig. 64-7**), endopelviano, más delgado que el precedente. Está reforzado a nivel de la interlínea por fibras transversales que se insertan en el borde posterior de ambos pubis. En la parte inferior, fibras oblicuas procedentes del ligamento inferior se entrecruzan en el plano mediano.
- Un **ligamento superior del pubis** que refuerza la parte superior de la sínfisis en forma de una cinta fibrosa extendida entre ambos pubis, que pasa por encima de la interlínea articular. Por abajo se confunde con la parte más elevada del disco interpubiano. Por arriba se continúa en la línea mediana con la línea alba abdominal.
- Un **ligamento inferior del pubis** [arqueado], muy desarrollado, con forma de medialuna, insertado en la rama inferior del pubis. Es una lámina fibrosa muy resistente que presenta

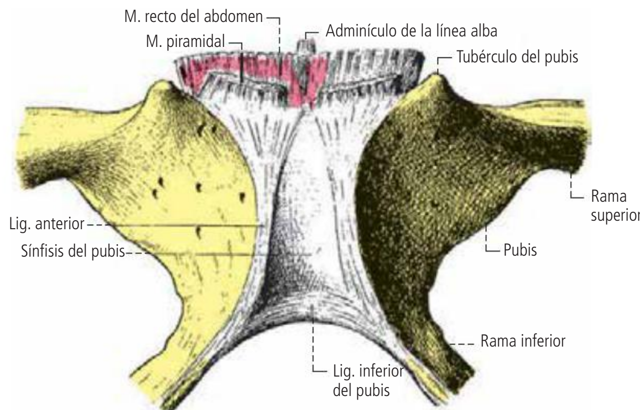


Fig. 64-6. **Sínfisis del pubis, vista anterior.**

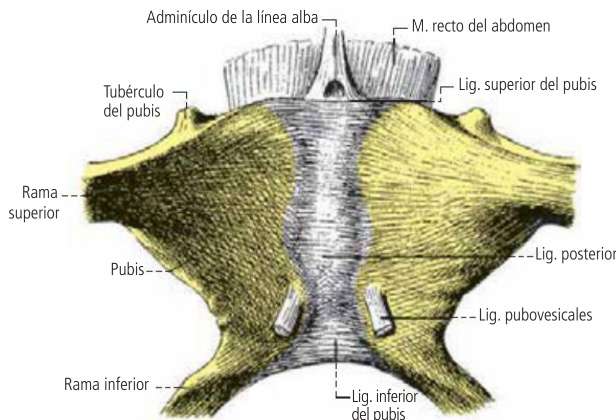


Fig. 64-7. Sínfisis del pubis, vista posterior.

un borde agudo. Su borde superior, convexo, se adhiere íntimamente al disco interpubiano. Su borde inferior, cóncavo hacia abajo, forma el **arco púbico**, alrededor del cual se extiende la cabeza del feto, cuando va a desprenderse del anillo vulvar.

Relaciones

Adelante, la sínfisis está cubierta por un tejido celuloadiposo espeso, en el límite entre la pared abdominal y los órganos genitales externos.

Abajo y adelante se relaciona con la raíz del pene o del clítoris. El ligamento suspensor de estos órganos se inserta en la sínfisis.

Arriba y atrás constituye la pared anterior del espacio prevesical retropubiano y se relaciona con los plexos venosos y el tejido adiposo que lo ocupa.

Posteroinferiormente, da inserción a la fascia profunda del periné, perforada, no lejos de la sínfisis, por la **uretra**.

Movimientos

Son casi nulos, incluso en el momento del parto.

La solidez de la sínfisis del pubis es tal que para que se produzca su **luxación** es necesario un traumatismo muy importante. Las relaciones con la **uretra** explican por qué esta lesión suele estar acompañada por complicaciones urinarias.

Articulación coxofemoral

Une a la **cintura pelviana** con la **porción libre del miembro inferior**, más exactamente, al **hueso coxal** con el **fémur**. Por lo general se la denomina "**articulación de la cadera**". Es una sinovial esferoidea, cotiloidea. Sólida, estable y adaptada a sus funciones estáticas, posee sin embargo una notable movilidad.

Superficies articulares

Cabeza del fémur

Redondeada y lisa, representa los dos tercios de una esfera de 20 a 25 mm de radio, orientada hacia arriba, medialmente y adelante (**fig. 64-8**). En su cuadrante posteroinferior, la cabeza presenta una depresión: la **fosita de la cabeza femoral**, para la inserción de un ligamento intraarticular, el **ligamento de la cabeza del fémur**. La cabeza femoral está cubierta por un cartílago más espeso en su parte superior. Está soportada por el **cuello anatómico**, el cual no se encuentra en el eje de la diáfisis (ángulo de inclinación de 130°, promedio), que orienta la cabeza hacia adelante (ángulo de anteversión que oscila entre 15 y 30°). El **cuello** es un cilindroide aplastado de adelante hacia atrás, que presenta: una cara anterior, casi plana; una cara posterior, convexa de arriba hacia abajo y cóncava en sentido transversal; un borde o cara superior, corto, casi horizontal, y un borde inferior oblicuo, dirigido hacia abajo y lateralmente.

En la parte lateral del cuello se halla el **trocánter mayor**. En su parte inferior y posterior está localizado el **trocánter menor**. La **cresta intertrocantérica** une estas eminencias por atrás. Por su parte anterior se observa una línea oblicua, que del borde anterior del trocánter mayor se dirige al trocánter menor, delante del cual termina; es la **línea intertrocantérica**. En los extremos de esta línea se ven dos tubérculos; el superior es el **tubérculo pretrocantérico** y el inferior, el **tubérculo pretrocantíneo**. El conjunto forma el **macizo tuberositario**, producido por los músculos yuxtaarticulares.

Acetábulo

El **acetábulo** del hueso coxal representa la mitad de una esfera hueca destinada a alojar la cabeza del fémur (**fig. 64-9**). Está circunscrito por un borde saliente, el **borde acetabular**, inte-

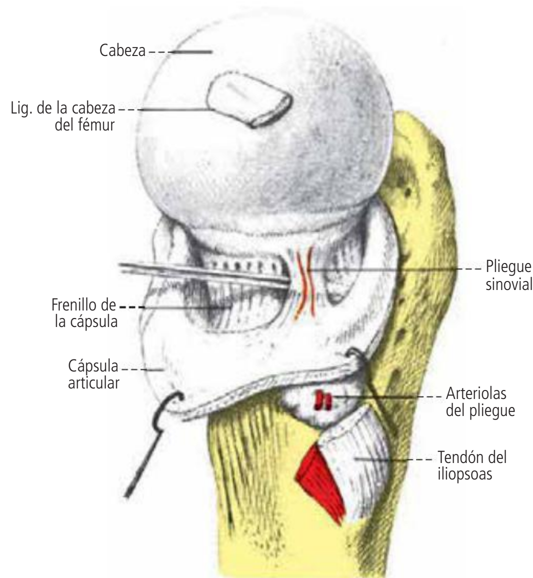


Fig. 64-8. Articulación de la cadera. Cabeza del fémur y pliegue sinovial.

rrumpido por tres escotaduras que corresponden a las tres líneas de soldadura de las tres piezas constitutivas del coxal: ilion, isquion y pubis. De las tres escotaduras, solo la **isquiopubiana** es profunda y constituye la **escotadura acetabular**. El acetábulo comprende: una **parte articular** periférica, la **cara semilunar**, en forma de medialuna, cuyas astas delimitan la **escotadura acetabular**. La parte superior de la parte articular, o **techo acetabular**, corresponde al máximo de espesor del hueso coxal. La

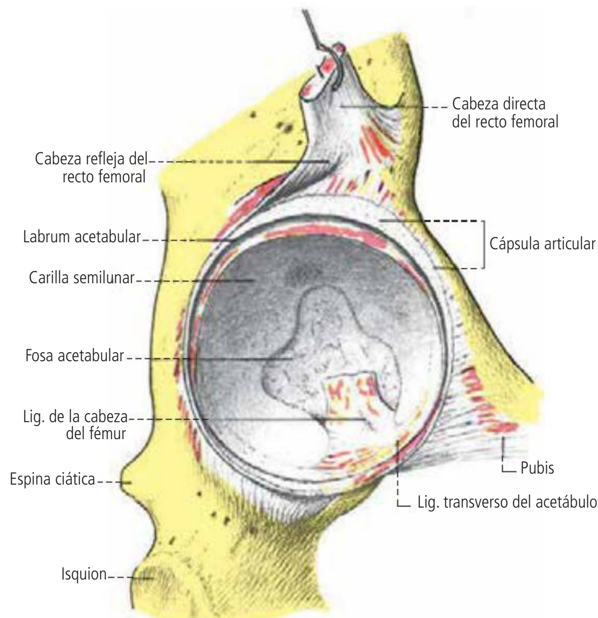


Fig. 64-9. Acetábulo derecho con su labrum y su cápsula.

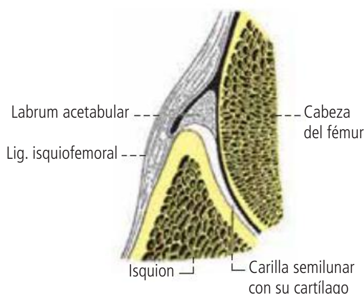


Fig. 64-10. Corte transversal del labrum acetabular practicado en su parte posterior.

parte no articular del acetábulo, central, profunda, delgada, es la **fosa acetabular** [trasfondo de la cavidad]. El límite de esta fosa adopta una forma groseramente cuadrilátera; su borde inferior está situado a nivel de la escotadura acetabular.

El revestimiento de cartílago articular cubre solo a la **cara semilunar**.

Labrum acetabular [rodete cotiloideo]

Situado en el **borde acetabular**, a modo de anillo, tiene por objeto ampliar la cavidad acetabular (**fig. 64-10**). Es un anillo fibrocartilaginoso sólidamente fijado al borde acetabular; pasa a modo de puente sobre la **escotadura acetabular**, formando el **ligamento transverso del acetábulo**. De forma triangular, visto en un corte, presenta:

- **Cara adherente o base**, que se fija al borde acetabular y se fusiona a él.
- **Cara externa**, convexa, que se relaciona en parte con el ligamento capsular y en parte con la sinovial.
- **Cara interna**, cóncava y lisa, se relaciona con la cabeza femoral y se inclina en forma gradual hacia la superficie interna de la cavidad, constituyendo un **borde libre** que dibuja una circunferencia ligeramente menor que la del borde acetabular.

El **labrum acetabular**, a nivel de las escotaduras iliopubiana e iliociática, las llena, borrándolas. A nivel de la **escotadura acetabular**, la salta a modo de un puente. En esta porción queda formado el **ligamento transverso del acetábulo**, que transforma la escotadura en un **orificio osteofibroso**. A través de este orificio, que comunica el tejido celular periacetabular y el cuerpo adiposo de la fosa acetabular, pasan, además, **arterias** y **venas** destinadas al **ligamento de la cabeza del fémur**.

El labrum acetabular agranda la cavidad articular más allá de las dimensiones de una semicircunferencia, pero además desarrolla una **acción de contención** para la cabeza femoral.

Interlínea articular

Adopta la forma de la cabeza femoral, y esta forma no cambia en el curso de los movimientos. El contacto es estrecho entre las superficies cartilaginosas, por lo tanto, el espesor se mide por la hipodensidad que aparece entre los huesos en las radiografías de la articulación.

Medios de unión

Cápsula articular

Forma un manguito que se inserta:

- Sobre el **hueso coxal** en el contorno del borde acetabular y en la cara lateral del labrum acetabular, en su porción más inmediata al hueso, sobre todo en el ligamento transverso del acetábulo.
- En el **cuello del fémur** (**fig. 64-11**), a **distancia de la cabeza**. Adelante se adhiere muy fuertemente al hueso, se inserta en la **línea intertrocantérica** y sigue hacia arriba hasta la **base del trocánter mayor**. Atrás, desciende en la unión del tercio lateral y de los dos tercios mediales del cuello, donde se adhiere flojamente al cuello. Abajo, alcanza la **base del trocánter menor** pasando por encima de esta tuberosidad. Es más espesa adelante que atrás y abajo. Está constituida por **fibras profundas**, circulares, perpendiculares al eje del cuello. Algunas tienen inserción ósea: se desprenden del borde acetabular, describen un trayecto circular y terminan en un punto próximo a su origen. Otras, fibras propias, carecen de inserción ósea, forman **anillos paralelos** al borde acetabular. Muy visibles en la parte posterior e inferior de la articulación, constituyen el límite lateral de la cápsula. Un fascículo curvo que rodea al cuello como un semicollar conforma la **zona orbicular** de la cápsula. Fibras superficiales van del coxal al fémur y se confunden con los refuerzos capsulares o ligamentosos.

Ligamentos

Tres de ellos refuerzan la cápsula, los ligamentos **iliofemoral**, **pubofemoral** e **isquiofemoral**. El otro es intraarticular, el **ligamento de la cabeza del fémur**.

Ligamento iliofemoral [de Bertin] (**fig. 64-12**): se inserta sobre la espina ilíaca anterior inferior, debajo del tendón directo del músculo recto femoral. Desciende adelante y en sentido lateral, expandido en abanico, relativamente delgado en su parte media; por el contrario, es más grueso en sus partes superior e inferior, que adquieren así el valor de **fascículos**:

- **Porción transversa** [iliopretrocantérica], corta, fuerte y resistente, sigue el borde superior de la cápsula y termina en el borde anterior del **trocánter mayor**, debajo del tendón del glúteo menor, con el cual se confunde en el tubérculo superior de la línea intertrocantérica.
- **Porción descendente** [iliopretrocantínea], más delgada que la anterior, pero también fuerte y resistente, desciende en sentido casi vertical sobre la parte anteromedial de la cápsula y se fija algo por delante del trocánter menor, en la parte inferior de la línea intertrocantérica.

Ligamento pubofemoral (**fig. 64-12**): situado por delante y debajo del precedente, se inserta en la eminencia iliopúbica, en la cresta pectínea, en la rama superior del pubis y en el cuerpo del pubis. Se dirige en forma oblicua de arriba hacia abajo y de medial a lateral, hacia la zona inferomedial de la articulación, y termina en parte sobre la cápsula y sobre el fémur encima del trocánter menor.

Ligamento isquiofemoral (**fig. 64-13**): está situado en la parte posterior e inferior de la articulación, insertado en la parte ciática del labrum acetabular, en el canal acetabular y en la

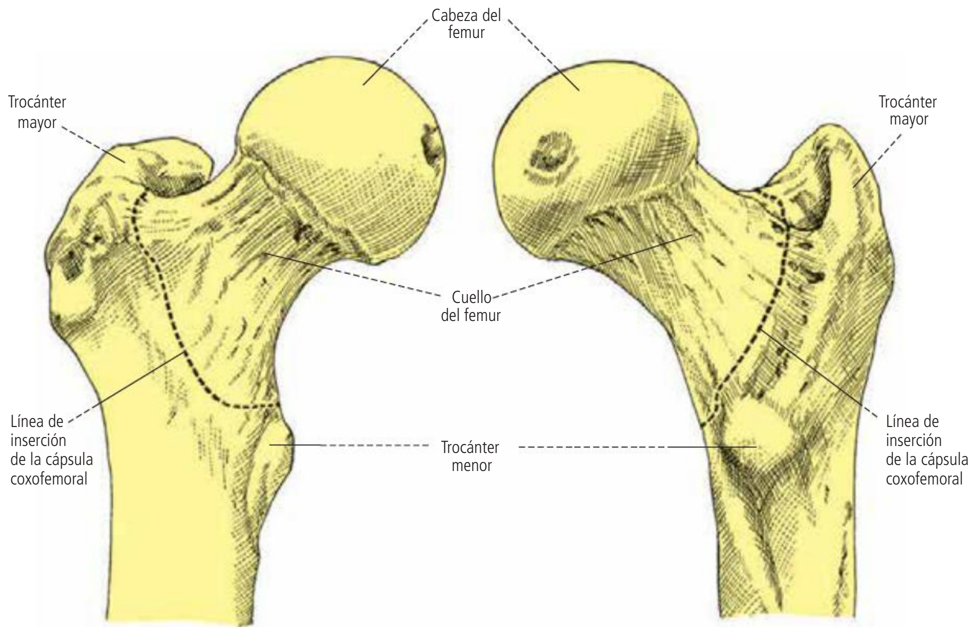


Fig. 64-11. Línea de inserción de la cápsula coxofemoral en el cuello del fémur. A la izquierda: cara anterior. A la derecha: cara posterior.

porción del borde acetabular que se encuentra por encima de este canal. Sus fibras se dirigen oblicuamente hacia arriba, y la mayoría se fija en el borde anterior de la fosa trocantérica, por delante del tendón terminal del obturador interno. Otras fibras se mezclan con las fibras circulares de la cápsula y se confunden con ellas; son las fibras isquiocapsulares.

Ligamento de la cabeza del fémur [redondo] (**figs. 64-8** y **64-14** a **64-16**): se inserta en el **fémur**, en la parte anterior de la **fosita de la cabeza femoral**; la parte posterior sirve de receptáculo al ligamento. En el **coxal**, las fibras medias terminan en el **ligamento transverso del acetábulo**. Las fibras superiores terminan en la extremidad anterior de la escotadura acetabular.

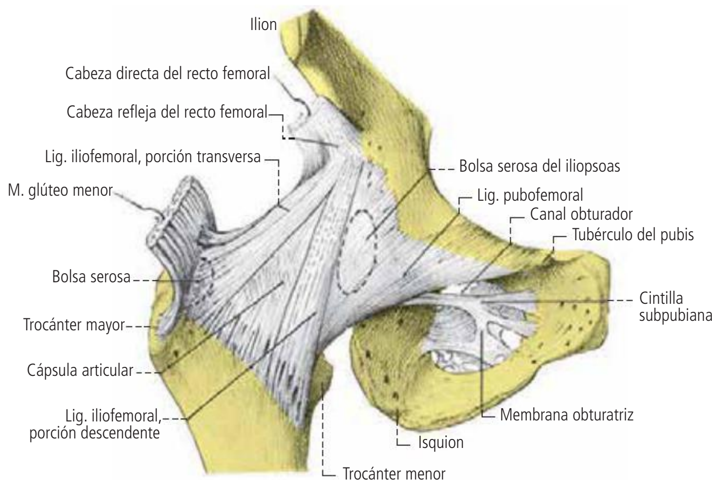


Fig. 64-12. Articulación de la cadera, vista anterior.

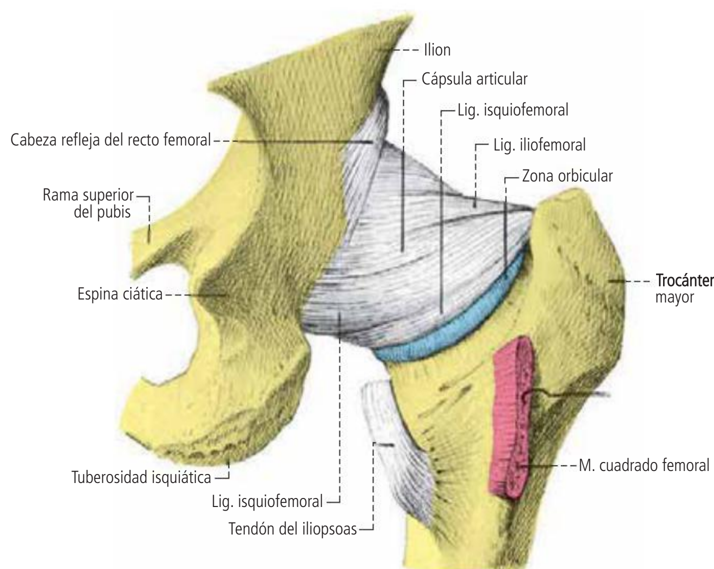


Fig. 64-13. **Articulación de la cadera, vista posterior.**

Las inferiores, más fuertes que las precedentes, corresponden al borde posterior de la escotadura y se fijan en él por fuera del acetábulo. De la parte medial del ligamento se origina un **doble pliegue membranoso** que conecta el ligamento de la cabeza del fémur con la fosa acetabular. El ligamento tiene forma aplastada, está orientado de arriba hacia abajo y de medial a lateral, no está extendido como un ligamento interóseo y su acción mecánica es discutida, aunque sea firme y resistente.

Sinovial

Es amplia, con las dimensiones apropiadas para la cápsula, cuya cara profunda tapiza. Aparece en el borde libre del labrum acetabular y reviste su cara lateral. Se **refleja** en la cara medial de la cápsula, a la que tapiza hasta llegar a sus inserciones. Se refleja en contacto con el hueso, al que recubre hasta el cartílago articular de la cabeza. La línea de reflexión está marcada por los pliegues sinoviales; uno de ellos, situado en la parte posteroinferior del cuello, une el trocánter menor con la fosita de la cabeza del fémur [repliegue pectíneo foveal de Amantini], en cuyo espesor transcurre una arteria destinada a la cabeza femoral (**fig. 64-8**).

La cavidad articular sinovial comunica, a veces adelante, con una **bolsa sinovial** situada bajo el **iliopsoas**. Esta cavidad articular, muy vasta, permite amplios movimientos, pero la extensión de la superficie sinovial aumenta la gravedad de los procesos pa-

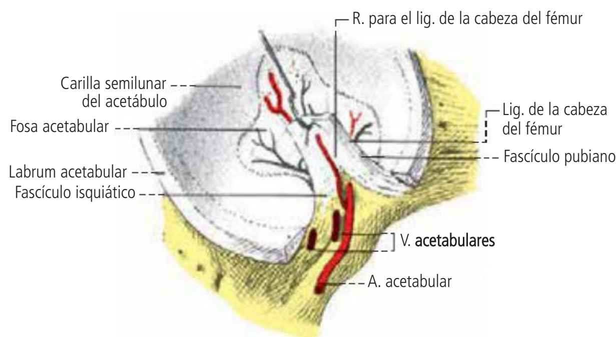


Fig. 64-14. **Inserción en el hueso coxal del ligamento de la cabeza del fémur; el ligamento transverso del acetábulo ha sido seccionado y retirado.**

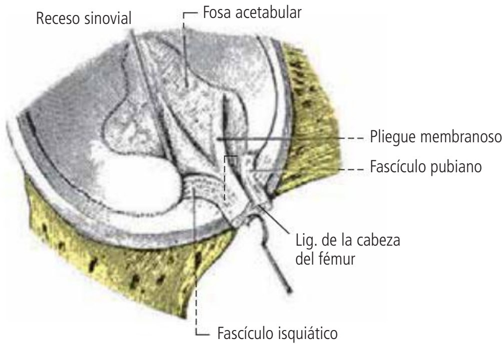


Fig. 64-15. Ligamento de la cabeza del fémur seccionado y traccionado hacia abajo para mostrar el pliegue falciforme que lo conecta a la fosa acetabular.

tológicos que se localizan allí (coxalgia, artritis), ante los cuales la sinovial dispone de una rica vascularización.

La **sinovial del ligamento de la cabeza del fémur** se inserta en la fosita de la cabeza femoral; del lado del coxal termina en el **contorno de la fosa acetabular** y en el borde medial del ligamento transverso del acetábulo, cerrando medialmente la escotadura acetabular. Envaina por completo el ligamento hasta la cabeza. El ligamento de la cabeza del fémur es, pues, intraarticular y extrasinovial.

Relaciones

Es una articulación **profunda**, difícil de explorar y de abordar, protegida sea por barreras óseas, por masas musculares espesas o por elementos vasculares y nerviosos importantes (**figs. 64-17** y **64-18**). Estas relaciones son anteriores, posteriores, mediales, superiores, laterales e inferiores.

Relaciones anteriores

Se caracterizan por la disposición **longitudinal** de los elementos de cubierta, agrupados en dos regiones:

A. Lateralmente, una región muscular, lateromedialmente con: el **tensor de la fascia lata**, el **sartorio** y el **recto femoral**. Es la zona de acceso quirúrgico anterior, que la presencia del nervio cutáneo femoral lateral no dificulta.

B. Medialmente, una región vasculonerviosa, el **triángulo femoral**, delimitado en superficie y en sentido lateral por el sartorio, medialmente por el **aductor largo** y por arriba, por el **ligamento inguinal**. En profundidad: el **iliopsoas** en contacto con la cápsula, y el **pectíneo** delante del acetábulo, ocultando la cabeza femoral. Por delante de estos dos músculos, y dirigidos en sentido vertical, descienden lateromedialmente: el **nervio femoral** en la vaina del psoas, la **arteria femoral** y la **vena femoral**.

Relaciones posteriores

Se caracterizan por la disposición **transversal** de los músculos, dispuestos en dos planos:

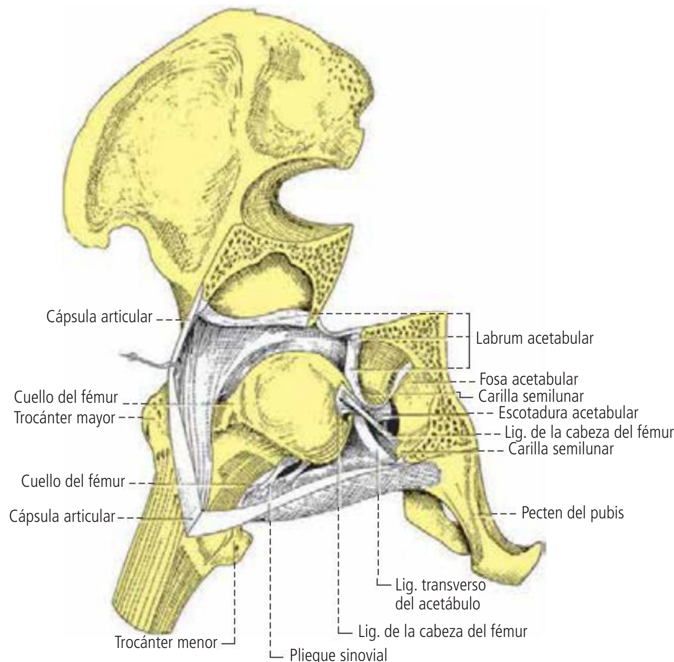


Fig. 64-16. Articulación coxofemoral, en la cual se ha seccionado el hueso ilíaco desde la eminencia iliopectínea hasta la espina ciática y la cápsula desde la eminencia iliopectínea hasta la diáfisis femoral entre ambos trocánteres.

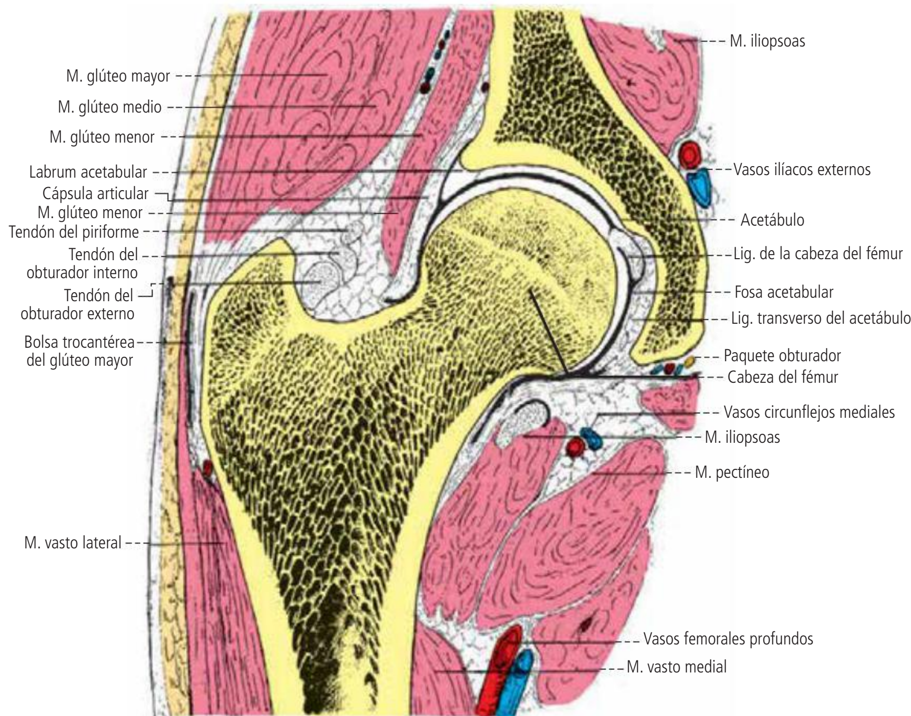


Fig. 64-17. Corte coronal de la articulación de la cadera derecha que pasa por la fosita de la cabeza femoral.

A. Un **plano profundo** donde los músculos pelvitrocantéricos están en contacto con la cápsula, situados de arriba hacia abajo: el **piriforme**, los **gemelos**, los **obturadores** y el **cuadrado femoral**.

B. Un **plano superficial** con la masa espesa del **glúteo mayor**. Interpuesto entre estos dos planos, existe un tejido conectivo que contiene: arriba, el **nervio glúteo superior** con la **arteria glútea superior**. Abajo, el **nervio glúteo inferior** con la **arteria glútea inferior** y el **nervio cutáneo femoral posterior**, que cruzan la parte inferior de la cara posterior de la articulación.

Relaciones mediales

La articulación está separada de la cavidad pelviana por la capa ósea delgada de la fosa acetabular. A esta pared ósea se la puede explorar por tacto vaginal o rectal.

Relaciones superiores

La cara glútea del coxal forma “un alero” por encima de la articulación. La cresta ilíaca está en la línea vertical que pasa por la cara lateral del trocánter mayor. La cara glútea está ocupada por los músculos **glúteo menor** y **medio**, que se insertan en el trocánter mayor.

Relaciones laterales

Lateralmente, la articulación está oculta por el **trocánter mayor**, con los numerosos músculos que se insertan en él y de los cuales solo la cresta del glúteo medio llega al plano subcutáneo.

Al desprender el trocánter mayor, levantándolo con los músculos, se abre el camino a la cara superior de la articulación. Es la vía de la “tabaquera” de Ollier.

Relaciones inferiores

Abajo, la articulación está cruzada por el tendón del músculo obturador externo. Domina la parte lateral de la región obturatriz y las inserciones femorales del músculo pectíneo.

Vascularización e inervación

Arterias y venas

Las **arterias y** las **venas** pertenecen al sistema de los **vasos circunflejos femorales**, originarias y tributarias de los vasos femorales profundos. Estos elementos vasculares están reunidos entre sí por círculos periarticulares que rodean al cuello del fémur y al trocánter mayor. Están igualmente anastomosados atrás con los vasos glúteos inferiores. El hueso también recibe irrigación de la **arteria ilíaca interna**, a través de la arteria obturatriz, la que proporciona por su rama lateral una **rama acetabular** que penetra por la escotadura acetabular, irriga la fosa acetabular y el ligamento de la cabeza del fémur, y puede penetrar en la **cabeza femoral**. La **arteria glútea inferior** y la **glútea superior** proporcionan ramas articulares.

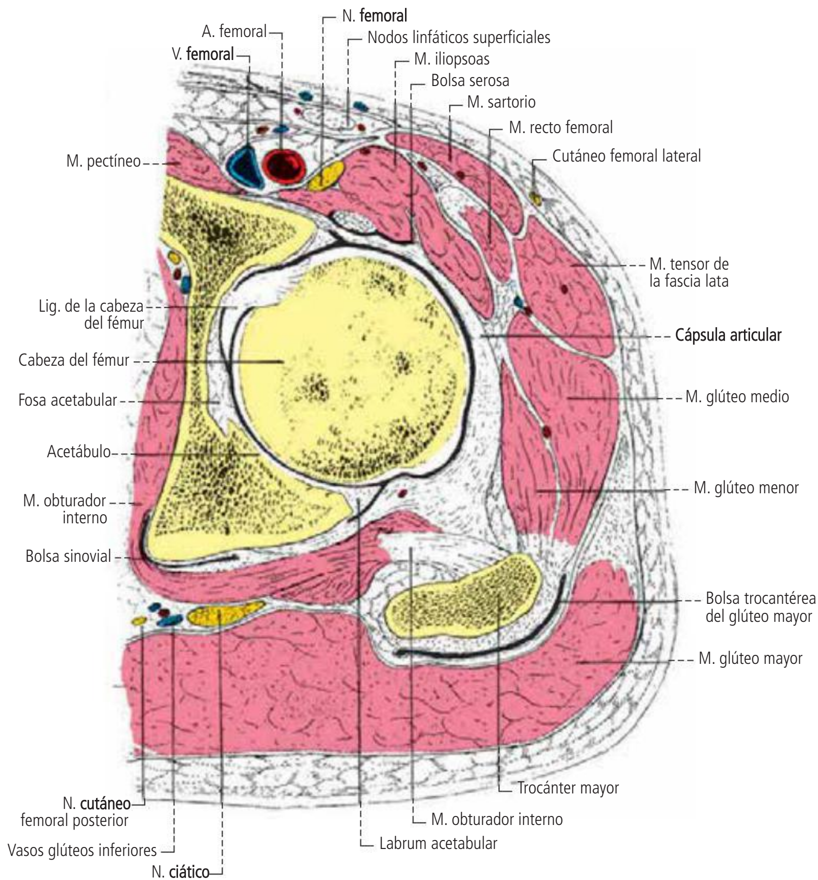


Fig. 64-18. Corte horizontal de la articulación de la cadera que pasa por la fosita de la cabeza femoral, lado derecho, fémur en rotación lateral.

Nervios

Los **nervios** bordean la articulación en dos pedículos:

A. **Anteriores**, que proceden del **plexo lumbar** por intermedio del nervio femoral y del nervio obturador, que le proporciona múltiples ramos.
B. **Posteriores**, provenientes del **plexo sacro** por medio del nervio ciático o del cutáneo femoral posterior, en especial, del nervio del músculo cuadrado femoral, que proporciona un ramo articular que se distribuye por la parte posterior e inferior de la cápsula (Pellanda).

Se ha propuesto la sección de estos nervios para aliviar los dolores de la coxartrosis.

Bolsas sinoviales de la cadera

Alrededor de la articulación de la cadera y en las inmediaciones existen **bolsas sinoviales** destinadas a favorecer el deslizamiento de los músculos que están anexados a ellas. Se encuentran:

Por **adelante**, la **bolsa sinovial del iliopsoas**, situada entre este músculo y la cápsula articular, que puede comunicar con la sinovial articular.

Lateralmente, las **bolsas trocantéreas del glúteo menor**, del **glúteo medio** y del **glúteo mayor**, colocadas entre estos y el trocánter mayor.

Posteriormente, están la **bolsa ciática del obturador interno**, entre este músculo y la porción del coxal, adyacente a la escotadura ciática menor; la **bolsa serosa del obturador externo**, entre el tendón de este músculo y la cara posterior del cuello del fémur, y la **bolsa serosa del cuadrado femoral**, entre la cara anterior de este músculo y el trocánter menor.

Anatomía de superficie

La **articulación coxofemoral** no es superficial en ningún punto. La cabeza femoral se proyecta superficialmente hacia

adelante en el medio del ligamento inguinal. Para apreciar la posición de la articulación, es necesario contentarse con puntos de referencia superficiales situados a distancia: el trocánter mayor para el fémur, la espina ilíaca anterior superior y el isquion para el hueso coxal. En estado normal, cuando el fémur está flexionado en ángulo sobre la pelvis, la línea que une la espina ilíaca anterior superior al punto más saliente de la tuberosidad isquiática es tangente al borde superior del trocánter mayor: divide el acetábulo en dos partes iguales.

Anatomía radiológica

Las dificultades del examen directo de la articulación coxal confieren gran importancia a la exploración radiológica (**fig. 64-19**). Por radiografías anteroposteriores y laterales (frente y de perfil) o por tomografías se conoce el estado de las superficies óseas y de la interlínea articular.

En estado normal se comprueba:

- El borde inferior del cuello femoral está prolongado medialmente por el borde superior del foramen obturador.
- En el niño, el núcleo cefálico se halla situado medialmente a la vertical que pasa por el borde lateral del acetábulo.

Gracias a estas referencias radiológicas se pueden descubrir desplazamientos mínimos de la cabeza femoral (subluxaciones adquiridas o congénitas).

La **artrografía**, por inyección de un producto radiopaco en la articulación, da buenas imágenes de la cavidad articular.



Fig. 64-19. Radiografía anteroposterior de la pelvis de un adulto en la que se observan ambas articulaciones coxofemorales.

Anatomía funcional

La contención de la cabeza femoral está asegurada por el **labrum acetabular**, por una parte, y por la presión atmosférica, por otra. Después de la supresión de todos los medios de unión, es necesario ejercer una fuerte tracción para extraerla del acetábulo. Es, pues, una articulación particularmente sólida y estable: para que haya luxaciones traumáticas es preciso un traumatismo violento.

Encargada de transmitir el peso del cuerpo al miembro inferior, la articulación soporta importantes fuerzas de presión, dirigidas del techo acetabular hacia la parte superior de la cabeza. Se ha visto que la extremidad superior del fémur está adaptada, por su estructura, a esta función. En la estación de pie, la tensión de los ligamentos no es suficiente para mantener el equilibrio: la contracción estática de los músculos periarticulares debe completarla.

La acción de estos músculos y los movimientos de la articulación se estudian más adelante.

Músculos de la cintura pelviana

Se insertan, por una parte, en la pelvis, y por la otra, en el fémur. Se los puede dividir en tres grupos:

A. Grupo de los **músculos pelvitrocantéricos**, que unen el hueso coxal al trocánter mayor o a su vecindad. En número de diez, a su vez se los divide en:

- **Músculos glúteos: mayor**, **medio** y **menor**, a los cuales añadimos el **tensor de la fascia lata**. Si bien este último no se inserta en el fémur, completa el conjunto de los glúteos por adelante y tiene una acción importante en los movimientos del muslo sobre la pelvis.
- **Músculos pelvitrocantéricos** propiamente dichos: **piriforme**, **obturador interno**, **obturador externo**, **gemelo superior**, **gemelo inferior** y **cuadrado femoral**.

B. Grupo del músculo **iliopsoas**. Une al **fémur**, no solo con el coxal a través del **ilíaco**, sino también con la columna vertebral a través del **psoas**.

C. Grupo de los músculos **aductores del muslo**: **pectíneo**, **aductor mayor**, **aductor largo**, **aductor corto**, **aductor mínimo** y **grácil**. Si bien por las inserciones y las funciones de estos músculos deberían desarrollarse sus descripciones en este capítulo, se los describirá con los músculos del muslo, debido a su situación topográfica.

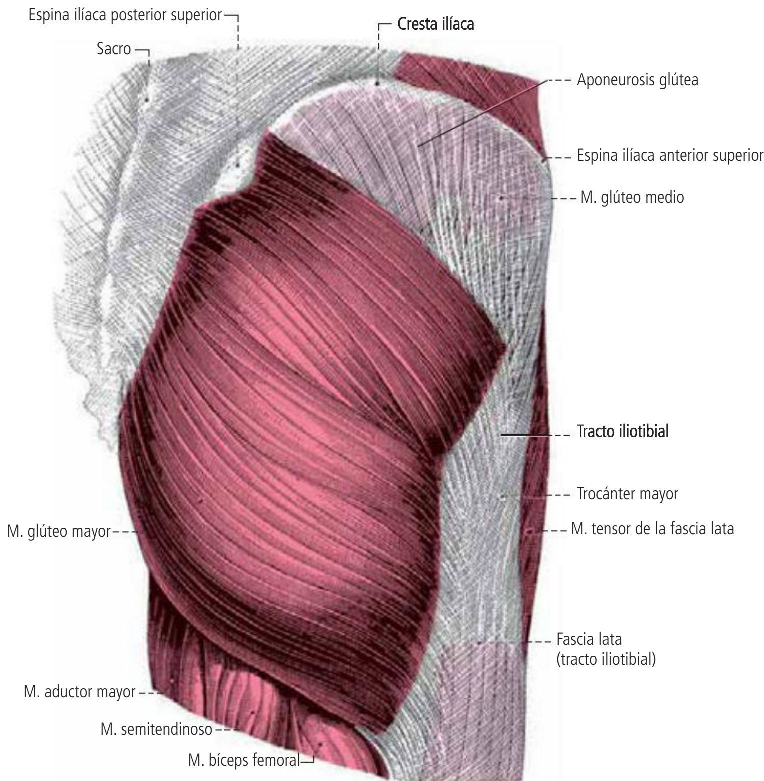


Fig. 64-20. Músculo glúteo mayor derecho, vista posterior.

MÚSCULOS GLÚTEOS

Músculo glúteo mayor *(maximus)*

Es el más voluminoso y el más superficial de los músculos glúteos.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones superiores: se disponen en dos capas:

A. La **capa superficial**, que se inserta en la aponeurosis glútea, en el cuarto posterior del labio lateral de la **cresta ilíaca** y en la **cresta sacra media** y el cóccix (**figs. 64-20** y **64-21**).

B. La **capa profunda**, que se inserta en la **cara glútea del ilíaco**, en la superficie por detrás de la línea glútea posterior. En la **cresta sacra lateral** y en el borde lateral del sacro y del cóccix. En la cara posterior del **ligamento sacrotuberoso**.

Cuerpo muscular: es desde su comienzo muy espeso y muy ancho, formado por fascículos separados los unos de los otros por tabiques dependientes de la fascia superficial, orientados con dirección oblicua inferolateral. El borde superior es rectilíneo, el borde inferior es convexo hacia abajo.

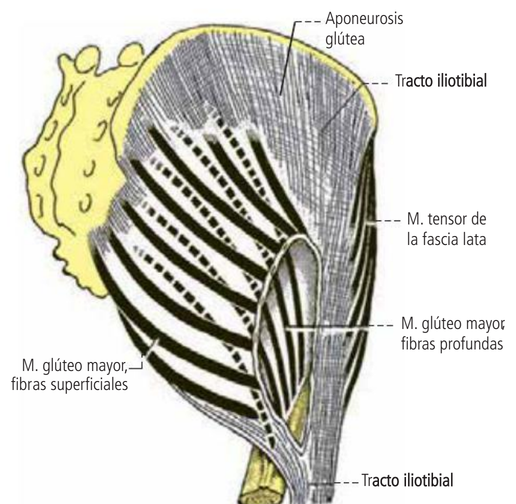


Fig. 64-21. Esquema de la constitución del músculo glúteo mayor, vista posterior, lado derecho.

Inserciones inferiores: se distinguen, un **plano superficial** que no se inserta en el hueso sino en el **tracto iliotibial** de la fascia lata, sobre todo en la parte lateral, donde está fusionado con el tendón del tensor de la fascia lata, que en este punto se encuentra engrosado por fibras del glúteo mayor, y un **plano profundo** insertado en la **tuberosidad glútea** del fémur.

Relaciones

Cara superficial: está cubierta por la fascia glútea y por la piel, tapizada aquí por una capa espesa de tejido conectivo.

Cara profunda (**fig. 64-22**): el **glúteo mayor cubre a las siguientes estructuras**: a una parte del glúteo medio, al piriforme, a los gemelos, al tendón del obturador interno y al cuadrado femoral; al pedículo vasculonervioso **glúteo superior**, que sale de la **escotadura ciática mayor** por **arriba del piriforme**; a los elementos vasculares y nerviosos del **foramen infrapiriforme** de la escotadura ciática mayor, que son los nervios ciático, glúteo inferior y cutáneo femoral posterior y la arteria glútea inferior; a los vasos pudendos internos y el nervio pudendo; al **isquion**, del cual el glúteo mayor está separado por una bolsa serosa: la **bolsa ciática**, con la inserción de los músculos **isquiocrurales**: bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso; al **trocánter mayor**, por último, del que lo separa también una bolsa serosa: bolsa trocantérea del glúteo mayor.

Borde anterosuperior: oblicuo lateralmente abajo, está separado del tensor de la fascia lata por un triángulo ancho de base superior, ocupado por la aponeurosis que cubre al glúteo medio.

Borde posteroinferior: oblicuo lateralmente abajo, cruza al **surco glúteo** de la piel en su parte media. El surco glúteo no se corresponde con el borde inferior del músculo; está producido por ejes fibroelásticos que van de la cara profunda de la piel a la fascia subyacente.

Inervación

Se encuentra asegurada por el **nervio glúteo inferior**, originado del plexo sacro (L5, S1 y S2). Penetran en el músculo en la mitad medial de su cara profunda.

Vascularización

El músculo recibe ramas de la **arteria glútea superior** y de la **arteria glútea inferior**. Sus venas son extremadamente voluminosas, favorables para la puesta en circulación rápida de los productos inyectados en la región (lugar de elección para las inyecciones intramusculares).

Acción

Cuando toma su punto fijo sobre la **pelvis**, el glúteo mayor es **extensor** y **rotador lateral del muslo**. Si toma su punto fijo sobre el **fémur**, endereza la pelvis, dirigiéndola hacia atrás. Tiene así una acción primordial: **ponerse de pie**. Buffon ya había notado que los "glúteos son peculiares del hombre".

Músculo glúteo medio

Es un músculo ancho, espeso, radiado, situado profundamente al anterior, al que sobresale por arriba y adelante.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones superiores: se inserta (**figs. 64-20** y **64-22**):

- En los **tres cuartos anteriores** del **labio lateral de la cresta ilíaca**.
- En la **espina ilíaca anterosuperior** y en la escotadura subyacente.
- En la aponeurosis glútea que lo cubre.
- En la **cara glútea del coxal**, en la superficie comprendida entre las dos líneas glúteas.
- En una arcada fibrosa tendida en la parte superior de la escotadura ciática mayor y en un tubérculo que existe en la escotadura a este nivel. Se forma así la **arcada del glúteo medio**, que junto con el hueso determina un **orificio osteofibroso** que atraviesan los vasos glúteos superiores [arcada de Bouissons].

Cuerpo muscular: ancho arriba, dispone sus fibras en un abanico espeso. Estas fibras convergen lateralmente hacia abajo concentrándose en un tendón fuerte, ancho, grueso y corto.

Inserciones inferiores: este tendón se inserta en la cara lateral del **trocánter mayor**, en la que levanta una cresta saliente oblicua de arriba hacia abajo y de atrás hacia adelante: la **cresta del glúteo medio**. El tendón está separado del trocánter mayor por una bolsa serosa: la **bolsa serosa del glúteo medio**.

Relaciones

Cara superficial: se relaciona por atrás con el glúteo mayor, en su parte media con la fascia glútea y adelante con el tensor de la fascia lata.

Cara profunda: cubre al glúteo menor y una gran parte de la cara glútea del coxal, en la que se inserta.

Borde anterior: se apoya sobre el glúteo menor y el **borde posterior** sigue el borde superior del piriforme.

Inervación

La proporciona el **nervio glúteo superior**, ramo del plexo sacro (L4, L5 y S1). Este nervio transcurre entre los músculos glúteos medio y menor; le deja ramos al glúteo medio, que lo alcanzan por la cara profunda.

Vascularización

Una rama de la **arteria glútea superior** acompaña al nervio glúteo superior.

Acción

Es un potente abductor del muslo. Sus fascículos anteriores, oblicuos en sentido inferoposterior, son **rotadores mediales**, y sus fascículos posteriores, oblicuos en sentido inferoanterior, son **rotadores laterales** del muslo. Sus fascículos medios, casi verticales, son **abductores**. Si el fémur está fijo, el músculo glúteo medio endereza la pelvis. Su contribución a la marcha y a la estación de pie se pone de manifiesto por su **parálisis** o su **insuficiencia**: en este caso, la estación de pie solo sobre el miembro inferior correspondiente es imposible. La marcha es claudicante, con un "balanceo" de la pelvis hacia abajo, a cada apoyo de ese lado.

Músculo glúteo menor *(minimus)*

Es un músculo triangular, situado profundamente al precedente y menos voluminoso que este (**fig. 64-23**).

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones superiores: están situadas en la parte más anterior del **labio lateral** de la **cresta ilíaca** y en la **cara glútea del ilíaco**, ubicada por delante de la línea glútea anterior.

Cuerpo muscular: sus fascículos tienen una dirección convergente: los **anteriores**, oblicuos abajo y atrás. Los **medios**, verticales. Los **posteriores**, oblicuos abajo y adelante. Todos terminan en una fascia que se condensa en un potente tendón terminal.

Inserciones inferiores: se realizan en el borde anterior y en el borde superior del **trocánter mayor** y emite una expansión por su cara profunda hacia la cápsula articular vecina.

Relaciones

Cara superficial: está cubierta en toda su extensión por el glúteo medio.

Cara profunda: cubre la porción de la cara glútea del ilíaco que queda por delante de la línea glútea anterior, el tendón reflejo del recto femoral y la articulación de la cadera.

Bordes: el **anterior** se relaciona con el borde anterior del glúteo medio que lo cubre. El **posterior**, con el borde superior del piriforme adyacente a él.

Inervación y vascularización

Son idénticas a las del glúteo medio. Proceden del **nervio glúteo superior** y de la **arteria glútea superior**.

Acción

Es idéntica a la del glúteo medio y vigorosa pues, si bien el músculo es más corto, su contracción es más eficaz.

Músculo tensor de la fascia lata

Es un músculo aplanado y delgado, carnoso en sentido superior, extendido desde el **hueso coxal** hasta el **tracto iliotibial** de la fascia lata y, por su intermedio, hasta la tibia.

Inserciones y constitución anatómica

Se inserta arriba, en la **espina ilíaca anterior superior**, en las partes vecinas de la cresta ilíaca y en la escotadura subyacente, así como en la fascia glútea (**figs. 64-24** y **64-25**).

El **cuerpo muscular**, aplanado y potente, se dirige hacia abajo y atrás. Termina en la fascia lata, en el cuarto superior del muslo. Forma con ella una cinta fibrosa vertical, gruesa, muy resistente: el **tracto iliotibial** [la bandeleta de Maissiat]. Su parte posterosuperior está tendida por los fascículos superficiales del glúteo mayor. Este tracto desciende en la cara lateral del muslo y termina intrincado con la fascia lata en la cara anterior de la **tuberosidad lateral de la tibia**, después de haber abandonado algunas fibras que se fijan en el borde lateral de la patela [rótula]. Otros fascículos musculares, por encima de las precedentes, se dirigen oblicuos medialmente, se fusionan con el tabique intermuscular lateral y se insertan así en el fémur.

Relaciones

Cara superficial: está en relación con la fascia lata y con la piel.

Cara profunda: cubre el glúteo medio, el recto femoral y el vasto lateral.

Borde anterior: está separado del recto femoral por un intersticio que conduce a la cara anterior de la articulación coxofemoral.

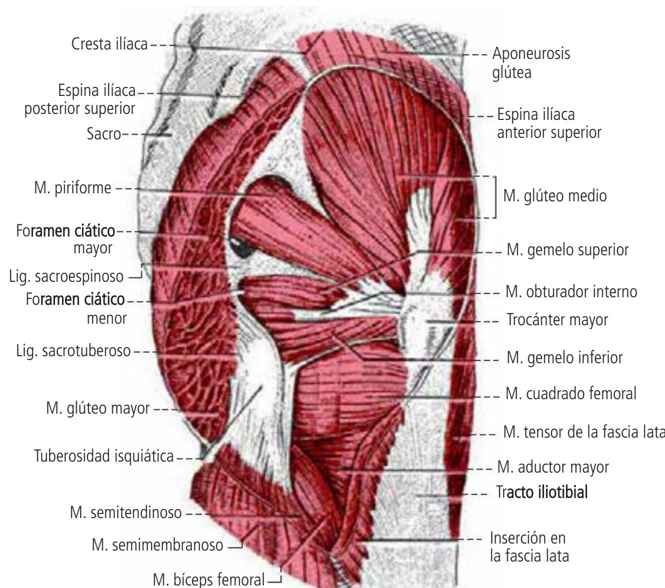


Fig. 64-22. Músculos de la región glútea. Plano profundo luego de la resección del músculo glúteo mayor.

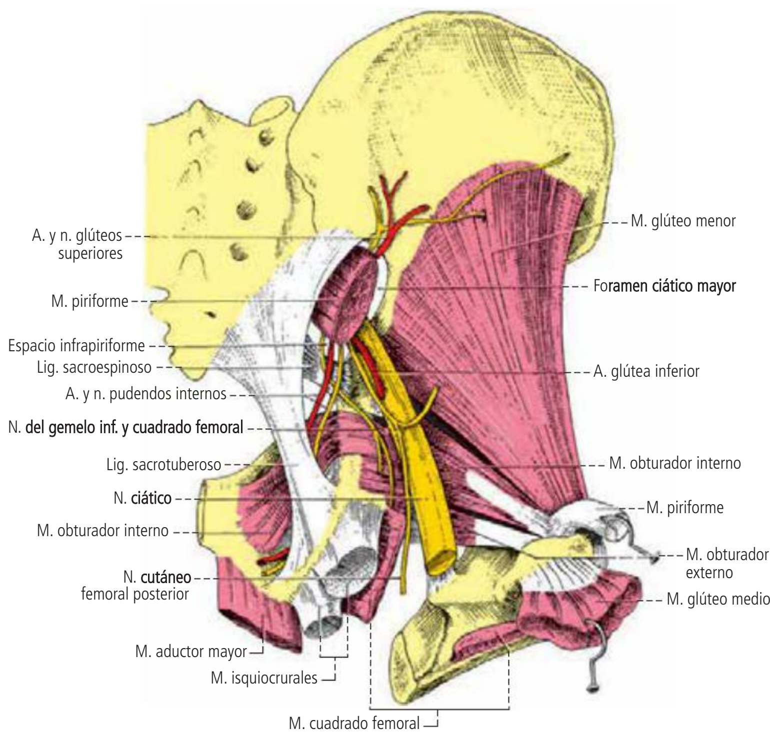


Fig. 64-23. Músculos pelvitrocantéreos y forámenes ciáticos, lado derecho.

Borde posterior: se relaciona con el glúteo medio, del que lo separa un tabique fibroso dependiente de la fascia superficial.

Inervación y vascularización

Como los precedentes, está inervado por el **nervio glúteo superior** (L5 y S1). Está vascularizado por la **arteria circunfleja lateral**, rama de la femoral profunda del muslo.

Acción

Abductor y **rotador medial** del muslo, interviene también en su flexión, pero su acción esencial es la de equilibrar el cuerpo en la posición de pie con la pelvis inclinada, lo que fatiga considerablemente a este músculo.

MÚSCULOS PELVITROCANTÉRICOS PROPIAMENTE DICHOS

Son seis músculos:

A. **Piriforme**.
B. **Obturador interno**.
C. **Gemelo superior**.
D. **Gemelo inferior**.
E. **Obturador externo**.
F. **Cuadrado femoral**.

No se describirá su acción por separado, pues todos los **músculos pelvitrocantéricos** son **rotadores laterales del muslo**.

Músculo piriforme [piramidal de la pelvis]

Se extiende desde la cara anterior del sacro hasta el trocánter mayor.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones mediales (**figs. 64-22** y **64-26**): el músculo se inserta en la **cara anterior del sacro** (endopélvica) por medio de tres o cuatro fascículos, alrededor de los forámenes sacros y en los canales que los continúan lateralmente. Algunas fibras se fijan en la cara anterior del ligamento sacrotuberoso, así como en la parte más elevada de la escotadura ciática mayor.

Cuerpo muscular: es triangular, aplanado de adelante hacia atrás. Sale de la pelvis por la **incisura ciática mayor** y penetra en la región glútea, donde se concentra en un tendón redondeado.

Inserción lateral: termina en la parte media del borde superior del trocánter mayor.

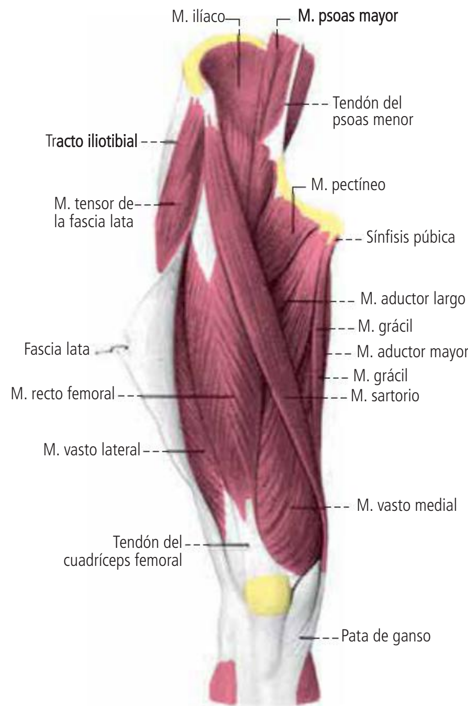


Fig. 64-24. Músculos de la región anterior del muslo.

Relaciones

Presenta una porción intrapélvica y una porción extrapélvica, reunidas por su pasaje a través de la escotadura ciática mayor.

Porción intrapélvica: el músculo cubre por atrás el **sacro**. Por adelante está revestido por una fascia que lo aísla de los elementos anteriores y laterales: recto, uréter, vasos ilíacos internos y sus ramas. Cubierto por la fascia del músculo, está en relación íntima con el **plexo sacro** y sus ramos.

Porción extrapélvica: luego de atravesar la **incisura ciática mayor**, sale de la pelvis y llega a la región glútea. Esta porción está cubierta, atrás, por el glúteo mayor. Su cara anterior se aplica sobre la **articulación coxofemoral**, a la que recubre. Está en contacto: **arriba** con el glúteo medio y **abajo** con el gemelo superior.

Inervación

Recibe un **ramo colateral del plexo sacro** (L5, S1 y S2). El **nervio del piriforme** penetra en el músculo por su cara anterior, en el momento en que sale de la pelvis por la escotadura ciática mayor.

Vascularización

Las arterias que recibe en la **pelvis** son colaterales de las **arterias sacra lateral**, **glúteas superior** e **inferior**. En la **región glútea** procede de las **arterias glútea superior** y **pudenda interna**.

Músculos obturadores y gemelos

Los **obturadores interno** y **externo** están situados de un lado y del otro del **foramen obturado**, ocupado por la **membrana obturatriz**. Los **músculos gemelos** acompañan al obturador interno en una parte de su trayecto.

Membrana obturatriz

Es una formación fibrosa, bastante heterogénea, insertada en las dos semicircunferencias óseas, medial (anterior) y lateral (posterior), del **foramen obturado** (**figs. 64-27** y **64-28**). Está formada por haces entrecruzados, perpendiculares en su punto de inserción.

A nivel del **surco obturador**, donde las dos circunferencias divergen, se encuentra el **ligamento del canal obturador** [Testut], insertado lateralmente en el ligamento transverso del acetábulo y medialmente en el pubis. Su borde superior es libre y forma el borde inferior del **canal obturador**, donde pasan los vasos y el nervio obturadores. El ligamento del canal obturador es una formación distinta de la membrana obturatriz.

Músculo obturador interno

Se extiende desde la cara interna de la membrana obturatriz hasta el trocánter mayor, contorneando el borde posterior del hueso coxal (**figs. 64-26** y **64-29**).

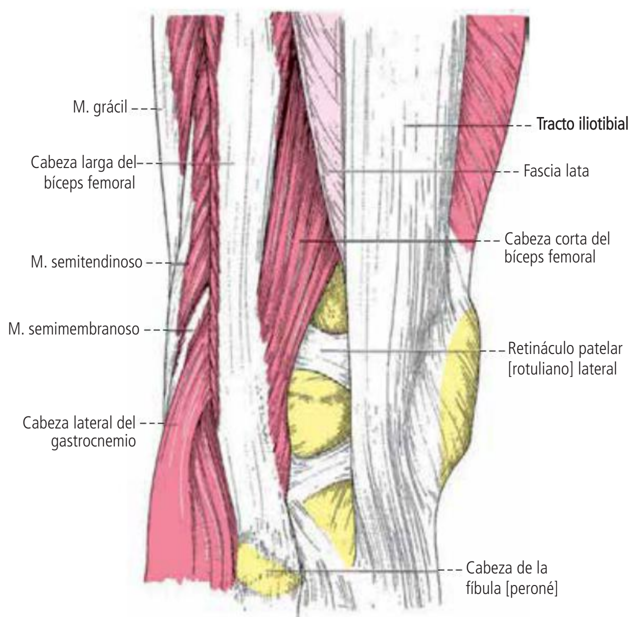


Fig. 64-25. **Inserciones inferiores de los músculos bíceps femoral y tensor de la fascia lata.**

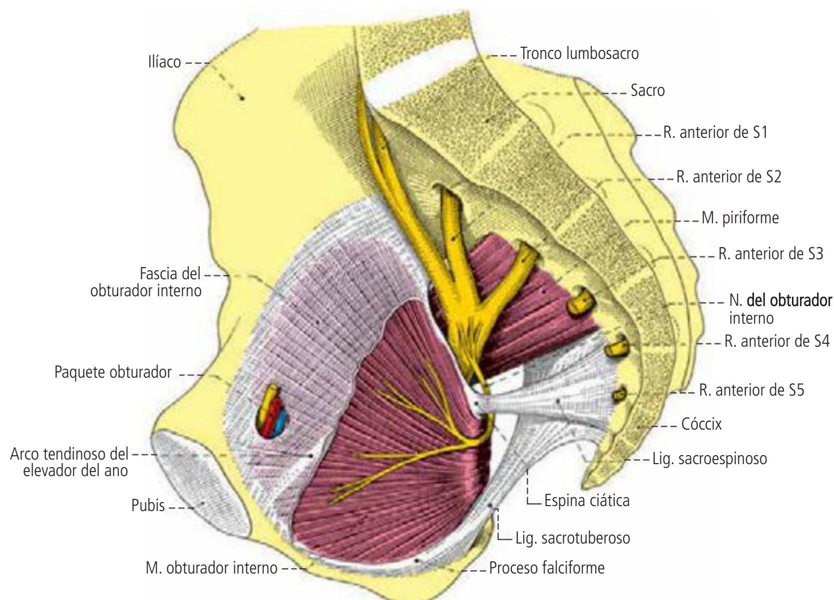


Fig. 64-26. **Músculo obturador interno y su inervación.**

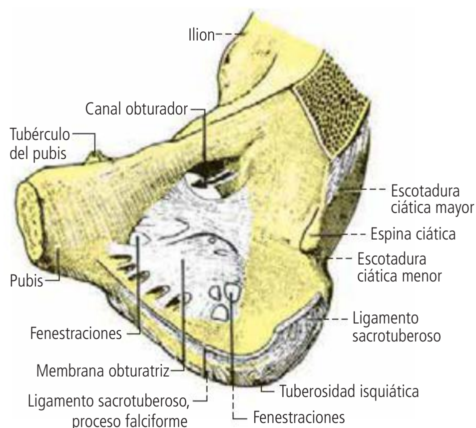


Fig. 64-27. Membrana obturatriz vista por su cara endopelviana.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones internas: se realizan en una amplia superficie que interesa:

- La cara interna de la membrana obturatriz.
- La cara interna del cuerpo del pubis y su rama inferior.
- En la superficie cuadrilátera, por debajo de la línea arqueada, entre el foramen obturador y la espina ciática.
- En la cara profunda de la fascia que lo cubre.

Cuerpo muscular: sus fascículos constitutivos convergen en la **escotadura ciática menor**, donde se acodan casi en ángulo recto. Origina entonces un tendón que atraviesa la región glútea en compañía de los **gemelos superior** e **inferior** (**fig. 64-22**).

Inserción externa: se realiza en la parte más elevada de la **fosa trocantérica**.

Relaciones

Se distinguen dos porciones:

A. Porción intrapélvica: su cara profunda tapiza la membrana obturatriz, el perímetro del foramen obturador y la superficie cuadrilátera del hueso coxal. Su cara superficial está cubierta por la **fascia obturatriz**, espesa, que da inserción a las fibras medias del **músculo elevador del ano**. Esta inserción divide el músculo en una **parte superior** que forma parte de la **pared lateral de la pelvis** y una **parte inferior** que limita, lateralmente, la **fosa isquioanal**, de la que el elevador del ano forma la pared medial. El músculo sale de la pelvis a través del **foramen ciático menor**.

B. Porción extrapélvica: el tendón del obturador interno se halla entre los dos gemelos, superior e inferior. Forma parte del **plano muscular profundo de la región glútea**, entre el piriforme arriba, el cuadrado femoral abajo, la articulación coxofemoral adelante, el glúteo mayor atrás, del que está separado por los nervios ciático y cutáneo femoral posterior y los vasos glúteos inferiores.

Inervación

Recibe un **ramo colateral del plexo sacro** (L5, S1, S2). Es un nervio común con el del gemelo superior, **nervio del músculo obturador interno**. Sale de la pelvis por el foramen ciático mayor y entra nuevamente en ella por el foramen ciático menor, luego de contornear el ligamento sacroespinoso. Se encuentra en la fosa isquioanal, oculto por la fascia del obturador interno. Se distribuye en la cara medial del músculo por numerosos ramos divergentes.

Músculo gemelo superior y músculo gemelo inferior [géminos]

Son dos músculos pequeños, superior e inferior, dispuestos **alrededor del tendón del obturador interno**, desde la **escotadura ciática menor** hasta la cara medial del **trocánter mayor** (**figs. 64-30** y **64-32**).

Inserciones

El **gemelo superior** se inserta en la cara lateral y el borde inferior de la **espina ciática**. El **gemelo inferior** lo hace algo más abajo, en la **tuberosidad isquiática**. Desde allí se dirigen horizontal y lateralmente, constituyendo un canal en cuya concavidad se desliza el **tendón del obturador interno**. Ambos se insertan en el tendón del obturador interno y se prolongan sobre él para terminar en la **fosa trocantérica** después de haber compartido sus relaciones.

Inervación

Están inervados por separado: el **gemelo superior**, por el **nervio del obturador interno**. El **gemelo inferior**, por un nervio común con el **cuadrado femoral**, procedente del **plexo sacro**.

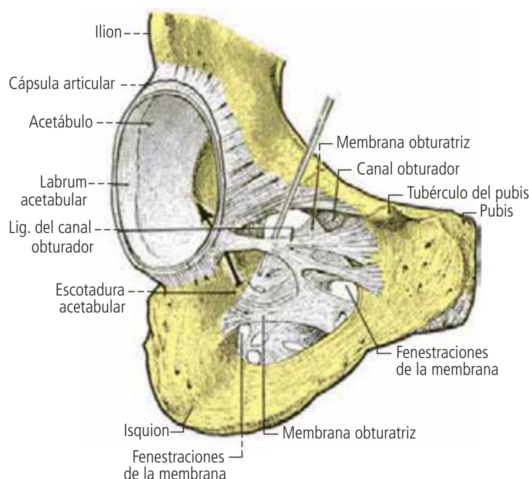


Fig. 64-28. Membrana obturatriz vista por su cara exopelviana.

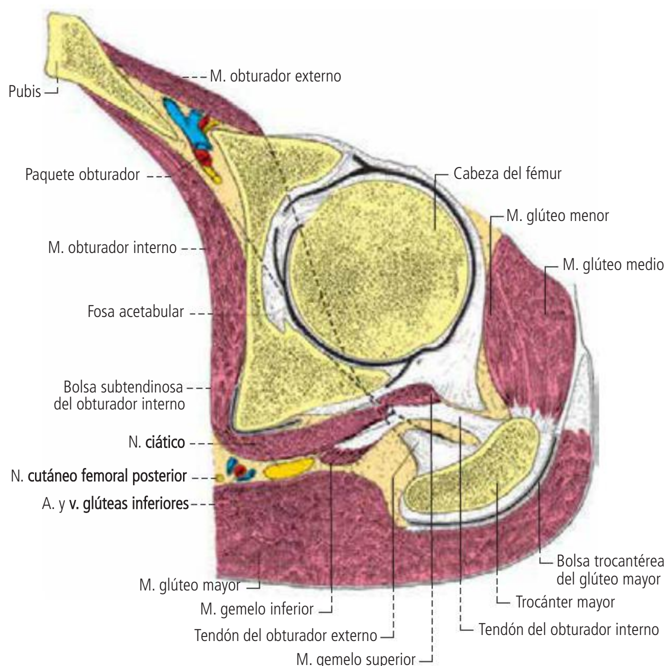


Fig. 64-29. Los dos músculos obturadores vistos en un corte horizontal.

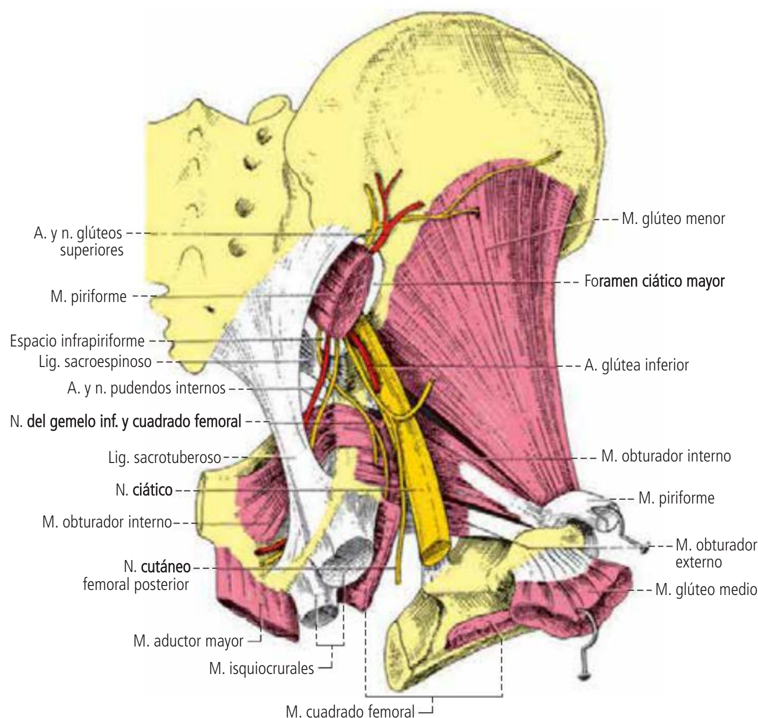


Fig. 64-30. Músculos pelvitrocantéreos y forámenes ciáticos, lado derecho.

Forámenes ciáticos

Se ha visto antes que los **ligamentos sacrotuberoso** y **sacroespinoso** dividen el espacio posterior sacroilíaco donde están las **escotaduras ciáticas mayor** y **menor**. Acabamos de comprobar que estas han sido utilizadas por los músculos piriforme y obturador interno para salir de la pelvis.

Foramen ciático mayor: está dividido por el músculo piriforme en dos espacios:

A. El **espacio suprapiriforme**, atravesado por la arteria glútea superior, las voluminosas venas glúteas y el nervio glúteo superior.
B. El **espacio infrapiriforme**, con los nervios ciático y cutáneo femoral posterior, los vasos glúteos inferiores y pudendos internos, el nervio pudendo, el nervio del obturador interno y el nervio del cuadrado femoral.

Foramen ciático menor: lo atraviesa el músculo obturador interno, separado del hueso por una bolsa serosa. Por encima de esta, desde el foramen mayor, pasan en sentido lateral a medial los vasos y el nervio pudendo, así como el nervio del obturador interno.

El **foramen ciático mayor** comunica la parte posterior de la pelvis con la región glútea. El **foramen ciático menor** comunica la región glútea con la fosa isquioanal y la región perineal.

Músculo obturador externo

Se extiende desde la cara externa de la **membrana obturatriz** hasta el **trocánter mayor**, pasando por debajo y luego por atrás de la articulación coxofemoral.

Inserciones y constitución anatómica

Inserciones mediales (**fig. 64-31**): se realizan en la cara anterior del **cuerpo del pubis**, en la rama superior e inferior del pubis, en el ligamento inferior del pubis y en la rama del isquion.

Cuerpo muscular: aplastado y ancho, transcurre en sentido lateroposterior, contornea la cara inferior del acetábulo y luego la cara inferior de la articulación, para alcanzar su **inserción terminal**, en la fosa trocantérica del fémur, debajo del obturador interno y de los gemelos.

Relaciones

Su **parte medial** se relaciona por su **cara posterior** con la **membrana obturatriz** y con la semicircunferencia medial del foramen obturador. Una capa celuloadiposa, más desarrollada inferoposteriormente, se interpone entre ambos. Por su **cara anterior** está cubierto por el iliopsoas, el pectíneo y los aductores corto y largo. El **borde inferior** sigue la cara anterior del **cuadrado femoral**. El **borde superior** llega al canal obturador, por el que pasa el pedículo obturador.

Su **parte lateral** se relaciona atrás con el cuadrado femoral, y hacia adelante con el cuello del fémur y la cápsula de la articulación coxofemoral.

Inervación y vascularización

Están aseguradas por el pedículo obturador: el **nervio obturador** le proporciona, en el canal obturador, un nervio (L3, L4) que se bifurca en ramas para las caras superficial y profunda del músculo. La **arteria obturatriz** le asegura su irrigación.

Fig. 64-31. Músculo obturador externo, vista anterior.

Músculo cuadrado femoral

Es un músculo cuadrilátero, constituido por fascículos paralelos extendidos transversalmente del **isquion** al **fémur**.

Inserciones y constitución anatómica

Se inserta medialmente en el borde lateral de la **tuberosidad isquiática** (**fig. 64-32**). El cuerpo muscular, casi horizontal, llega al **fémur**, se fija en forma algo lateral a la cresta intertrocantérica, en una inserción vertical que se continúa hacia el borde posterior del trocánter mayor.

Relaciones

Es el más **inferior** de los músculos del plano profundo de la **región glútea**. Por **atrás** está cubierto por el glúteo mayor y cruzado verticalmente por los **nervios ciático** y **cutáneo femoral posterior** y los **vasos glúteos inferiores**. Por **adelante** cubre la cápsula articular, el trocánter menor y el tendón del obturador externo. **Arriba** se encuentra el gemelo inferior, **abajo**, el aductor mayor.

Inervación y vascularización

Su nervio (**nervio del músculo cuadrado femoral**) es común con el del gemelo inferior y se desprende de la cara anterior del **nervio ciático**. Procede del **plexo sacro** (L5, S1). Suministra ramas sensitivas a la articulación vecina. Las arterias que lo irrigan provienen de la **glútea inferior**.

Acción de los músculos pelvitrocantéricos

Los músculos piriforme, obturador externo, obturador interno, gemelos y cuadrado femoral son **rotadores laterales** de la articulación coxofemoral.

El **piriforme**, cuando el muslo está previamente flexionado en la posición sedente, por su contracción lo conduce a la **abducción**.

FASCIA GLÚTEA

Sobre las masas musculares descritas se extiende la **fascia glútea**, en la región del mismo nombre. Se origina en la cresta ilíaca y en el borde posterior del tensor de la fascia lata, cubre el glúteo medio y tiene aquí un espesor considerable. Hacia adelante se desdobla para contener el músculo tensor de la fascia lata. Hacia abajo, alcanza el borde superolateral del glúteo mayor donde se divide en **tres láminas superpuestas**:

A. Fascia superficial, cubre la cara superficial del glúteo mayor. Su contorno se inserta: en el cuarto posterior de la cresta ilíaca, en la cresta sacra media, en el cóccix y en el ligamento sacrotuberoso. Inferolateralmente, se continúa con la fascia de la cara posterior del muslo. De la cara profunda de esta fascia se desprenden tabiques que penetran en el músculo glúteo mayor, separando sus fascículos.

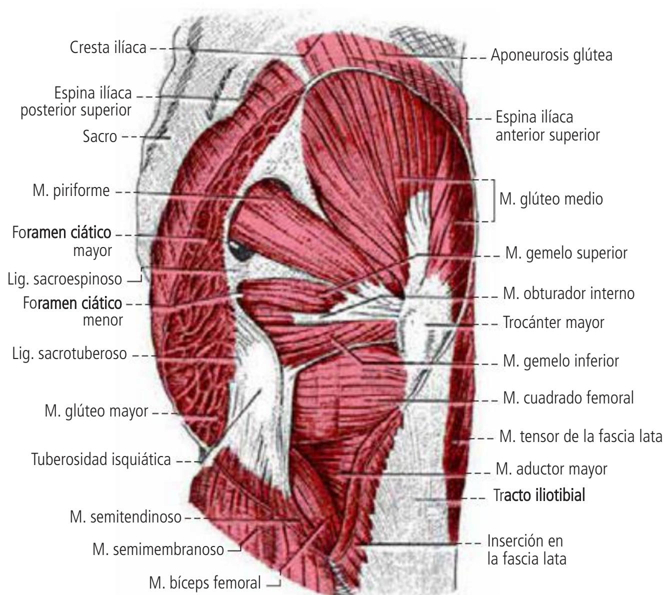


Fig. 64-32. Músculos de la región glútea. Plano profundo luego de la resección del músculo glúteo mayor.

B. **Fascia media**, tapiza la cara profunda del glúteo mayor hasta su borde posteroinferior y se fusiona con la precedente para formarle una vaina al glúteo mayor.
C. **Fascia profunda**, continúa por debajo cubriendo el glúteo medio, adelgazándose en forma progresiva a tal punto que, a nivel del piriforme y de los músculos que continúan este plano hacia abajo, se transforma en una lámina muy delgada.

Entre el plano profundo y el glúteo mayor, tapizado por sus fascias, existe un **tejido conectivo** con frecuencia muy desarrollado que se comunica:

- Con la **pelvis**, por la escotadura ciática mayor.
- Con la **fosa isquioanal**, por la escotadura ciática menor.
- Con la **región posterior del muslo**, por un tejido adiposo que acompaña el recorrido del nervio ciático.

MÚSCULO ILIOPSOAS [PSOASILÍACO]

Está casi enteramente contenido en la cavidad abdominopelviana, donde contribuye a formar la región lumbar. Después de atravesar la fosa ilíaca, aparece en la parte anterior del muslo. Está constituido por dos porciones: el **psoas mayor**, insertado en la columna lumbar y el **ilíaco**, situado en la fosa ilíaca. Los dos se reúnen para adoptar una inserción común en el fémur.

Inserciones y constitución anatómica

Músculo psoas mayor

Inserciones superiores (figs. 64-33 y 64-34). Las inserciones se hacen en dos planos:

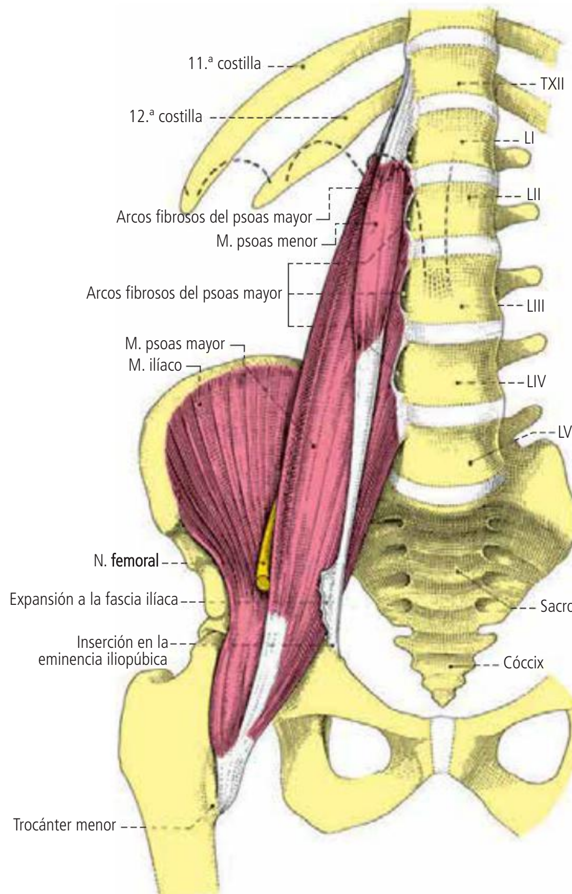


Fig. 64-33. Músculos iliopsoas y psoas menor. En punteado se representan los ligamentos arqueados del músculo diafragma.

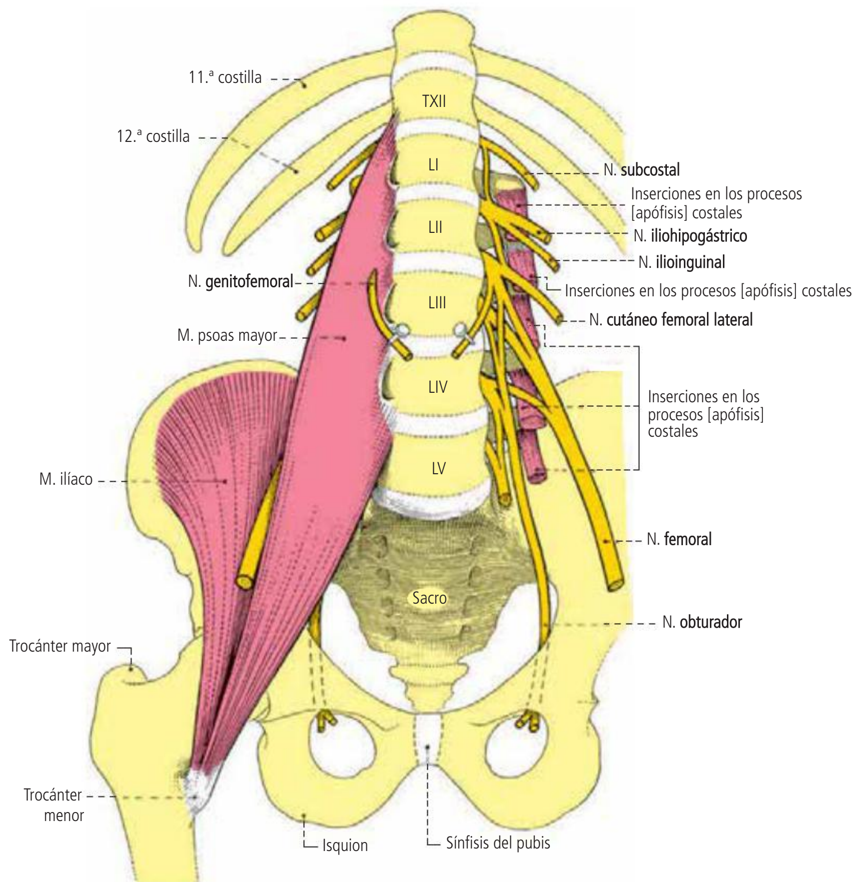


Fig. 64-34. Esquema de las inserciones vertebrales del músculo psoas mayor: inserciones superficiales, lado derecho; inserciones profundas, lado izquierdo.

A. Un **plano anterior** o corporal: en la parte anterolateral de la vértebra T12 (pudiendo llegar a T11), en los cuerpos y en la parte lateral de los discos intervertebrales desde T12-L1 hasta L4-L5, así como en las porciones de los cuerpos vertebrales suprayacentes y subyacentes a estos discos, dejando libre la parte media. Se forman así cuatro arcos que determinan, con la porción del cuerpo vertebral, un anillo osteofibroso por donde pasan los vasos lumbares y los ramos comunicantes del tronco simpático.

B. Un **plano posterior** o costiforme: formado por fascículos insertados en la cara anterior y en el borde inferior de la 12.ª costilla y los cuatro o cinco procesos [apófisis] costiformes lumbares. Este último fascículo puede faltar.

Cuerpo muscular: los fascículos se dirigen oblicuos en sentido inferolateral, constituyendo un cuerpo muscular que tiene la forma de un huso alargado, situado en una concavidad comprendida entre la parte posterior de las costillas y los cuerpos vertebrales a este nivel. Desde aquí, desciende algo lateralmente en la región lumbar, para luego, delante de la articulación sacroilíaca, reunirse con el músculo ilíaco. Las dos porciones musculares que forman el psoas mayor permanecen separadas por un espacio en el que está situado el plexo lumbar.

Músculo ilíaco

Inserciones superiores: este músculo se inserta:

- En los dos tercios superiores de la **fosa ilíaca**.
- En el labio medial de la **cresta ilíaca** y en el ligamento iliolumbar.
- En la **base del sacro** y en la mitad posterior de la línea arqueada.
- En las dos **espinas ilíacas anteriores** y en la escotadura que las separa.

Cuerpo muscular: es triangular, en abanico, condensado inferomedialmente, posterior y lateral al psoas mayor. Casi todos los fascículos del ilíaco terminan lateralmente en el tendón del psoas mayor.

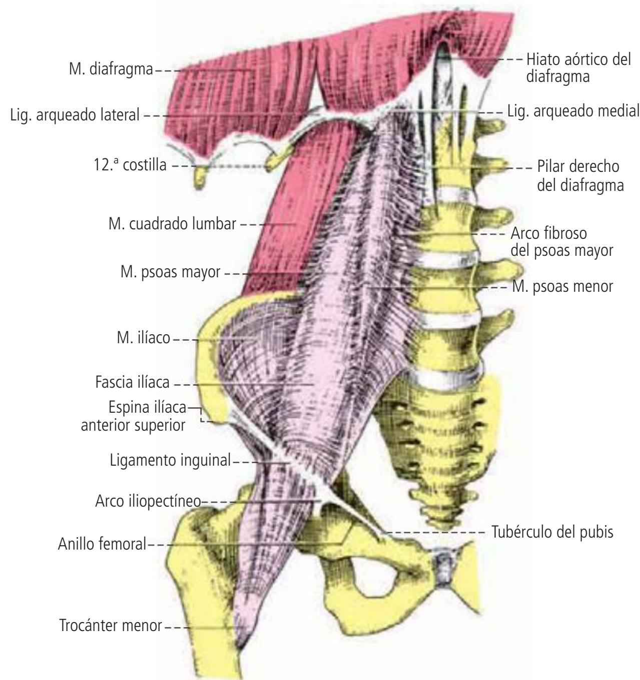


Fig. 64-35. Fascia ilíaca, vista anterior, lado derecho.

Inserción inferior: los dos músculos pasan juntos profundos al ligamento inguinal, luego por delante de la articulación coxofemoral, para terminar ambos en un fuerte tendón común en la parte anterior del trocánter menor, del que está separado por una bolsa sinovial.

Músculo psoas menor

Este músculo no está siempre presente, es muy delgado y totalmente intraabdominal. Se inserta arriba en los cuerpos vertebrales T12 y L1, así como en el disco intervertebral entre ambas vértebras.

Situado por delante del músculo psoas mayor, muy rápidamente se transforma en un delgado tendón que termina en la **eminencia iliopúbica**.

Relaciones

Fascia ilíaca (**fig. 64-35**): está extendida por delante del músculo. **Arriba**, se extiende hasta el **ligamento arqueado medial**, donde se insertan los fascículos correspondientes del **diafragma**. **Medialmente**, se relaciona con las inserciones musculares corporales, con la base del sacro y con la abertura [estrecho] superior de la pelvis. **Lateralmente**, se relaciona con la fascia del músculo cuadrado lumbar, a lo largo del borde lateral del músculo psoas, con el ligamento iliolumbar y con toda la extensión del labio lateral de la cresta ilíaca. **Abajo**, a nivel del **ligamento inguinal** en su tercio lateral, donde se adhieren íntimamente. **Medialmente**, la fascia ilíaca se separa del ligamento inguinal en la **laguna vascular** y allí se inserta en la eminencia iliopúbica. Esta porción, desde el ligamento inguinal hasta la eminencia iliopúbica, se denomina **arco iliopectíneo**. Así concebida, la **fascia ilíaca** no se prolonga más allá de la raíz del muslo, y termina a nivel del ligamento inguinal. La **porción extrapélvica del músculo iliopsoas** está cubierta por una fascia que lo cubre hasta el trocánter menor, fusionada con la **fascia lata** que desciende desde el músculo sartorio hasta la fascia del músculo pectíneo.

Dentro de su vaina: está separado del músculo cuadrado lumbar y de los músculos intertransversos por la lámina anterior de la aponeurosis de inserción posterior del **músculo transverso del abdomen**. Entre el plano de los fascículos anteriores y los posteriores, en un espacio relleno por tejido conectivo extendido a lo largo de la columna lumbar, se dispone el **plexo lumbar**. Este espacio está cerrado en sentido lateral por la reunión de ambos planos musculares, en una masa única que se relaciona con ramas del plexo lumbar: el **nervio ilioinguinal**, que emerge por detrás del borde lateral del músculo psoas mayor entre el 1.º y el 2.º proceso [apófisis] costiforme. El **nervio iliohipogástrico** lo hace por encima del nervio precedente. El **nervio cutáneo femoral lateral** perfora la cara anterior del músculo psoas mayor. El **nervio genitofemoral** lo atraviesa a la altura de la 4.ª vértebra lumbar. El **nervio femoral** se sitúa abajo, en el ángulo formado entre el ilíaco y el psoas.

Por fuera de la vaina:

– En la **región lumbar**, el psoas forma el plano profundo medial. Por delante de él se encuentran: el riñón y los vasos re-

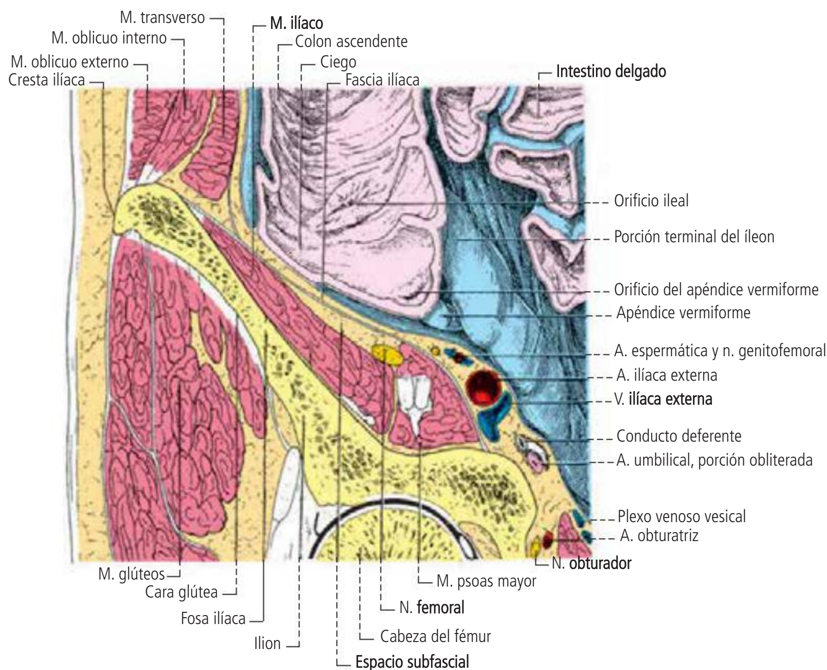


Fig. 64-36. Corte coronal del abdomen que pasa por la fosa ilíaca, lado derecho. Segmento posterior del corte visto por su cara anterior.

nales, el uréter y la arteria ovárica o la testicular. Más adelante, el peritoneo parietal posterior, y acolado a él el mesocolon transverso.

- En la **fosa ilíaca** (**fig. 64-36**), el iliopsoas, siempre retroperitoneal, a la **derecha** está detrás del ciego con su apéndice vermiforme y a la **izquierda**, detrás del colon sigmoideo. Su borde medial es seguido por los **vasos ilíacos comunes**, cruzados proximalmente por el uréter y en sentido más distal, por el conducto deferente en el hombre o el ligamento redondo del útero en la mujer.

En la raíz del muslo: el músculo llega al muslo en compañía del nervio femoral a través de la laguna muscular, separado de los vasos por el **arco iliopectíneo**. Se aplica sobre la articulación coxofemoral, que queda por atrás. El iliopsoas, en el compartimento femoral anterior, constituye la pared posterolateral del **triángulo femoral**, con el músculo sartorio delante de él. La pared posteromedial del triángulo femoral está formada por el pectíneo, y el límite medial por el aductor largo. Los vasos femorales ocupan el surco muscular así creado.

Inervación, vascularización y acción

Inervación

Está proporcionada por: ramos colaterales directos y cortos del **plexo lumbar**, que inervan los dos planos del psoas mayor, y por un ramo largo, el nervio inferior del psoas, colateral del **nervio femoral** (L2 y L3), que penetra en el músculo próximo al ligamento inguinal. Los nervios del ilíaco proceden del nervio femoral y lo penetran por su cara superficial.

Vascularización

El músculo recibe ramas de las arterias lumbares, de la arteria iliolumbar, de la circunfleja ilíaca rofunda y, a veces, de la obturatriz.

Acción

El iliopsoas es el principal **flexor** del muslo sobre la pelvis. **Aproxima** el fémur al plano mediano y le comunica al mismo tiempo un movimiento de **rotación lateral**. Cuando el fémur sirve de punto fijo, el músculo flexiona la pelvis y el tronco hacia adelante.

Movimientos y anatomía de superficie

MOVIMIENTOS DEL MUSLO SOBRE LA PELVIS

El muslo puede ser movilizado en todos los sentidos en relación con la pelvis. Los diversos movimientos posibles pueden resumirse en: **flexión-extensión**, **aducción-abducción**, **rotación lateral-medial**, **circunducción**.

Flexión-extensión

La **flexión** aproxima la cara anterior del muslo a la pared abdominal anterior. La **extensión** aproxima la cara posterior del muslo a la región glútea. El eje de estos movimientos es transversal, pasa por el vértice del trocánter mayor y la fosita de la cabeza femoral.

La **flexión** puede ser completa: el muslo contra el abdomen, pero el movimiento está limitado, si no por la tensión de la parte posterior de la cápsula (bastante laxa), por lo menos por los músculos isquiotibiales: la flexión es menos amplia cuando la pierna está extendida sobre el muslo.

La **extensión** es mucho más limitada, sobre todo por la tensión de la cápsula y de los ligamentos anteriores, muy sólidos.

Los **músculos flexores** son el **iliopsoas**, esencialmente, y el **tensor de la fascia lata**, de manera accesoria.

Los **músculos extensores** son el **glúteo mayor**, esencialmente, la parte posterior del **glúteo medio** y los **isquiotibiales**, accesoriamente.

No se debe olvidar que estos movimientos de flexión-extensión se realizan también sobre el **muslo fijado**, acercando o separando el tronco del miembro inferior. Estos movimientos se llevan a cabo en la estación de pie, continuamente controlados (al mismo tiempo a la derecha y a la izquierda) por el tono de los músculos flexores y extensores, para mantener la postura del cuerpo.

Aducción-abducción

La **aducción** acerca el muslo al plano mediano y puede llevarse más allá adelante o detrás del miembro opuesto. La abducción es el movimiento inverso.

El eje de estos movimientos es anteroposterior y pasa por el centro de la cabeza femoral.

La **abducción** está limitada por la tensión de la cápsula y de los músculos aductores. La abducción es detenida por el contacto del cuello del fémur con el borde acetabular. Pero antes, la tensión de los aductores puede detener el movimiento.

Los **músculos aductores** son el **pectíneo** y los tres **aductores del muslo**. El músculo grácil tiene una acción aductora accesoria.

Los **músculos abductores** son el **glúteo medio** y el **glúteo menor**.

Como para la flexión-extensión, la **abducción-aducción** puede actuar sobre el **fémur fijo**, llegando a la báscula de la pelvis sobre el muslo. Aquí también el tono respectivo de los músculos aductores y el de los abductores mantiene el equilibrio transversal del cuerpo en la estación de pie.

Rotación lateral-medial

Este movimiento dirige la cara anterior del muslo, sea hacia lateral o hacia medial. Como hay pocos movimientos de rotación en la rodilla, estos movimientos se transmiten al miembro inferior en su conjunto, y su amplitud puede apreciarse no solo según la posición del trocánter mayor sino también, y más simplemente, por la del pie. El eje de estos movimientos es vertical y pasa por el centro de la cabeza del fémur.

La rotación está limitada por la tensión de los músculos, más que por la cápsula. La rotación medial es menos amplia que la lateral.

Los **músculos rotadores laterales** son los **pelvitrocantéricos** y el **iliopsoas**.

Los **músculos rotadores mediales** son el **glúteo medio** y el **glúteo menor,** así como el **aductor mayor**.

Circunducción

Resulta de la sucesión de los movimientos de flexión-extensión, aducción-abducción. Pero no es posible excluir de ellos los movimientos asociados de rotación.

Los movimientos del muslo sobre la pelvis se pueden ampliar de modo considerable por el ejercicio físico, debido a la acción esencial de los músculos en su limitación. El entrenamiento, al dar elasticidad a la cápsula y a los ligamentos, así como al aumentar la elasticidad muscular, puede lograr resultados espectaculares, de los cuales la **gran separación** anteroposterior o transversal marca prácticamente los límites.

Los movimientos del muslo sobre la pelvis se deben explorar en el ser vivo, en la posición de pie, en la sedente y en el decúbito, dorsal o ventral, sobre un plano resistente. La pelvis se debe fijar por presión sobre las crestas ilíacas para evitar la intervención de la columna lumbosacra en los movimientos de flexión-extensión.

FORMAS EXTERIORES

El conjunto de los músculos y de los órganos agrupados alrededor de la articulación coxofemoral ocupa esta región. Su cara anterior es la **región del triángulo femoral**. Su cara posterior es la **región glútea**.

Región del triángulo femoral

Corresponde a la parte superior de la **cara anterior del muslo**. Está limitada arriba por el **pliegue inguinal**, que separa el muslo del abdomen. Este pliegue sigue el trayecto del **ligamento inguinal** y se prolonga hacia abajo por el surco genitofemoral, que separa el muslo de los órganos genitales externos.

Puntos de referencia óseos

Son los siguientes:

- **Superolateralmente**, la **espina ilíaca anterior superior**, siempre fácil de delimitar y palpar.
- **Inferomedialmente**, la **espina púbica**, menos saliente, se encuentra oculta por las partes blandas.

Relieves musculares

Cuando no están ocultos por las partes blandas, sobre todo en la mujer, se pueden distinguir:

- La saliente del tensor de la fascia lata.
- La saliente del músculo sartorio, oblicua de dirección inferomedial.
- La saliente del aductor largo, oblicua de dirección inferolateral y separada de la precedente por la depresión del triángulo femoral, donde se palpan las pulsaciones de la arteria femoral.

El punto medio del **ligamento inguinal** indica la proyección del pasaje de la arteria femoral y el centro de la cabeza femoral.

Región glútea

Forma una saliente detrás de la pelvis. Está limitada:

- **Medialmente**, por la **hendidura interglútea**.
- **Lateralmente**, por una línea vertical que pasa por el **trocánter mayor**.
- **Arriba**, por el surco lumbar inferior y la **cresta ilíaca**.
- **Inferiormente**, por el **surco glúteo** que la separa del muslo. El tejido adiposo puede acumularse allí en forma variable.

Puntos de referencia óseos

Son los siguientes:

- La **cresta ilíaca**, fácil de palpar en toda su extensión.
- La **espina ilíaca posterior superior**, menos saliente.
- El **trocánter mayor**, o más exactamente, la cresta del glúteo medio.
- La **tuberosidad isquiática**, inferior y medial.

Una depresión vertical separa el isquion del trocánter mayor, en el fondo de la cual y profundo al glúteo mayor pasa el nervio ciático: **canal isquiotrocantérico**.

Relieves musculares

Cuando el muslo está extendido y la columna lumbar enderezada, los músculos glúteos, y sobre todo el mayor, determinan una saliente que le da su forma a la región. El surco glúteo no corresponde al borde inferior del glúteo mayor. Su situación y su forma dependen más del tejido celular adiposo que del músculo.

La **región glútea** está deformada en las **luxaciones de la articulación coxofemoral**, más a menudo posteriores y superiores. En las fracturas del cuello del fémur se nota un ascenso del trocánter mayor, por encima de la línea extendida desde la espina ilíaca anterior superior hasta el isquion.

La **región glútea** es la zona de elección para las inyecciones **intramusculares**: al administrarlas se debe tener en cuenta la situación del **nervio ciático**, que aparece en la región bastante inferior, para evitarlo sin dificultades.

Véase **Caso clínico:** *Hernia femoral*

Rodilla. Músculos del muslo

65

ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

Es una articulación extensa que une el muslo a la pierna y pone en contacto tres huesos: **fémur**, **tibia** y **patela [rótula]**. Si bien esta articulación se puede considerar como formada por articulaciones yuxtapuestas (femorotibiales y femoropatelar), desde el punto de vista fisiológico no existe sino una sola articulación. Su anatomía está dominada por el hecho de que en ella se realizan movimientos anteroposteriores de flexión y extensión, aun cuando sus superficies articulares le permiten movilidad en otros sentidos. La articulación de la rodilla asegura además una función estática, en la cual la transmisión del peso del cuerpo a la pierna le exige una integridad y solidez considerables. De allí la extrema importancia anatómica y funcional de su **aparato ligamentoso**.

La articulación de la rodilla es una articulación sinovial. Desde el punto de vista mecánico es una troclear, compuesta por dos articulaciones: la **femorotibial**, que es **bicondílea**, y la **femoropatelar**, que es una **troclear**.

Superficies articulares

Extremidad inferior del fémur

Comprende: hacia adelante la **tróclea**, que presenta una garganta en cuyo fondo convergen dos vertientes, medial y lateral, destinadas a la patela [rótula]. **Cóndilos femorales:** sus superficies articulares continúan a las dos vertientes de la tróclea hacia atrás, abajo y luego en la cara posterior (**fig. 65-1**). Cada cóndilo posee una superficie articular curva en forma de espiral, cuyo radio decrece de adelante hacia atrás. Los dos cóndilos del fémur no son idénticos: el **medial** se halla desviado **medialmente** y el **lateral** lo está menos, **lateralmente**. La superficie articular del cóndilo medial es mucho más larga que la del lateral. En estado fresco, las superficies articulares, condílea y troclear, están cubiertas por cartílago hialino que forma una capa más gruesa en la garganta y en la vertiente lateral de la tróclea, que en la vertiente medial. En los cóndilos está más desarrollada en la parte media que en los bordes.

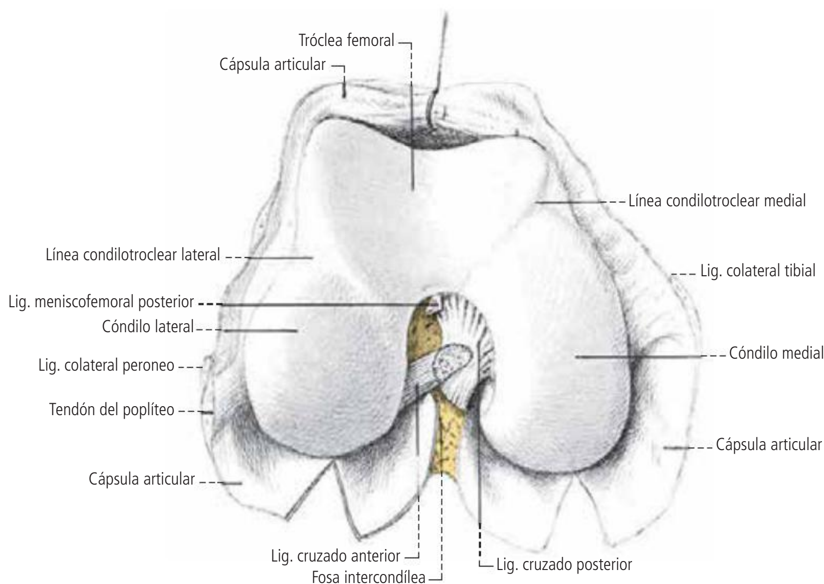


Fig. 65-1. Extremidad inferior del fémur derecho con el reborde de la cápsula fibrosa.

Patela [rótula]

La patela, en los tres cuartos superiores de su cara posterior, opone a la tróclea femoral una superficie articular, con una saliente mediana y dos caras laterales. En estado fresco, la superficie articular de la patela presenta un revestimiento cartilaginoso de considerable espesor.

Extremidad superior de la tibia

En la **cara articular superior** de la tibia se presentan dos superficies débilmente excavadas, que se oponen a los cóndilos femorales, muy convexos. Estas superficies están soportadas por los **cóndilos tibiales** (**fig. 65-2**). Las dos superficies poco excavadas, ovaladas, tienen sus ejes mayores orientados en sentido sagital. La porción medial de la **cara articular superior** es más larga y más cóncava que la lateral. La región central de la carilla articular se levanta para formar la **eminencia intercondílea**. Está situada más cerca del borde posterior que del anterior; la eminencia presenta dos **tubérculos intercondíleos**. Por delante y por detrás de los tubérculos intercondíleos, las **áreas intercondíleas anterior** y **posterior** separan a ambas superficies articulares. El cartílago de revestimiento es más grueso en el centro de las superficies tibiales.

Menisco lateral y menisco medial

El defecto de concordancia entre los cóndilos femorales y la cara articular superior de la tibia se corrige, en parte, por la presencia de los **meniscos** (**figs. 65-3** y **65-4**). Estas formaciones anexas procuran aumentar la profundidad de las superficies articulares. Son dos **fibrocartílagos** fijados en la tibia y en la cápsula articular, abiertos medialmente hacia los **tubérculos intercondíleos**. Triangulares al corte coronal, presentan una cara lateral, que se inserta en la cápsula. La cara superior, cóncava, se adapta al cóndilo femoral. La cara inferior, casi plana, reposa sobre el segmento periférico de la carilla articular. Un borde medial, fino y cortante, confina con la parte central de la cavidad. Las extremidades de los meniscos o **cuernos** se fijan en la tibia.

- El **menisco lateral** tiene forma de semiluna casi cerrada en forma de O. La superficie lateral de su cara externa está adherida a la cápsula, excepto en su parte posterior, que es libre. A este nivel, el tendón del músculo poplíteo se aplica sobre él y el borde inferior del menisco se prolonga en una membrana de desarrollo variable, que desciende por la cara posterior del cóndilo tibial y la articulación tibiofibular (Ruiz Liard y Suárez). El **cuerno anterior** del menisco se inserta en la parte lateral del área intercondílea anterior. El **cuerno posterior** se fija en la parte anterior del área intercondílea retroespinal, por detrás de los tubérculos intercondíleos. Del cuerno posterior se destaca el **ligamento meniscofemoral posterior**, menos espeso pero resistente. Este asciende en sentido medial, aplicado a la cara posterior del ligamento cruzado posterior, con el cual se inserta en la cara lateral del cóndilo medial del fémur.
- El **menisco medial**, más abierto que el precedente, adopta la forma de una C. Es más ancho por atrás que por adelante, su cara periférica (externa) lateral adhiere en su totalidad a la cápsula. Su **cuerno anterior** se inserta en el área intercondílea anterior, por delante de la inserción del ligamento cruzado anterior. Su **cuerno posterior** se inserta en el área intercondílea posterior, por delante del ligamento cruzado posterior y por detrás del cuerno posterior del menisco lateral.

La fórmula "**McLo**" sirve como regla mnemotécnica para recordar ambas formas: el menisco **Medial** tiene forma de **C** y el menisco **Lateral** tiene forma de **O**.

Los dos meniscos están unidos adelante por una cinta fibrosa, el **ligamento transverso de la rodilla** [yugal], en relación con la base del cuerpo adiposo infrapatelar. Está unido a la patela [rótula] por tractos laterales más o menos condensados; estos se extienden desde la cara lateral de los meniscos hasta las porciones lateroinferiores de la patela: **ligamentos meniscorpatelares** (Pauzat).

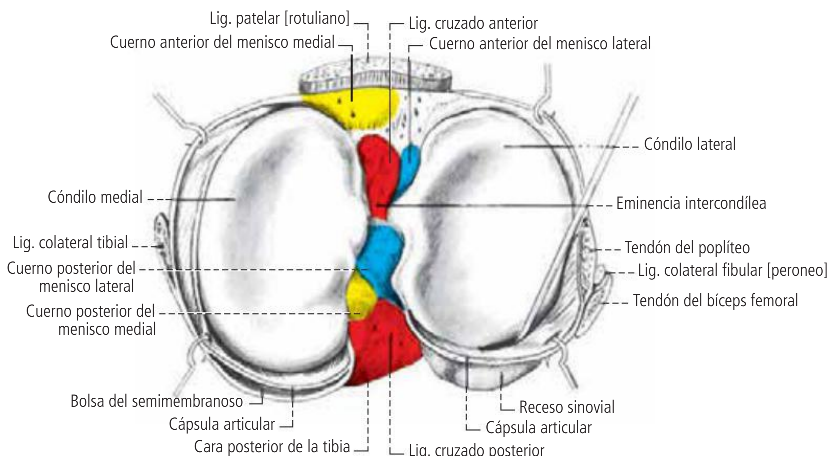


Fig. 65-2. Extremidad superior de la tibia derecha, vista superior. Las zonas en color indican la inserción de distintas estructuras fibrosas: en rojo, los ligamentos cruzados; en azul, los cuernos del menisco lateral, y en amarillo, los cuernos del menisco medial.

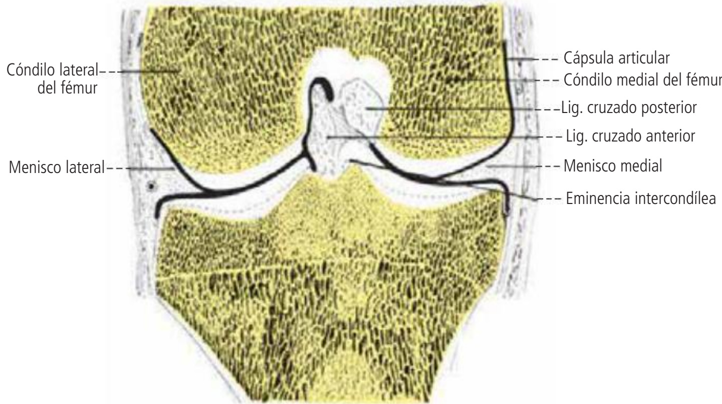


Fig. 65-3. Meniscos articulares, en un corte coronal de la rodilla.

Los **meniscos** son formaciones **muy poco vascularizadas**, constituidas por un armazón fibroso tapizado de cartílago en sus dos caras. Cuando los meniscos han sido desgarrados o desinsertados, **no cicatrizan**.

Medios de unión

Las piezas óseas se encuentran mantenidas en contacto por la **cápsula fibrosa** y los **ligamentos** que la refuerzan.

Cápsula fibrosa

La **cápsula**, por la disposición de las piezas óseas y los meniscos, que en su conjunto constituyen la articulación, presenta una disposición característica (**figs. 65-1** y **65-4**).

Inserción anterior

- **Por debajo de la patela [rótula]**, la cápsula se inserta en el borde inferior de la cara articular de la patela, en contacto con el cartílago o debajo de él para dirigirse a la superficie que queda por delante de los tubérculos intercondíleos, insertándose en su borde anterior.
- **Por arriba de la patela [rótula]**, entre el borde posterosuperior de la tróclea, por arriba, y la base de la patela, abajo, se observa un ancho hiato por el cual penetra el receso sinovial subcuadricipital.

Inserción lateral

- La **inserción femoral** comienza lateral a la extremidad superior de la tróclea, se curva hacia atrás y abajo, describe una curva de concavidad superior, alejándose más y más del revestimiento cartilaginoso y llega al borde posterior de los epicóndilos. De cada epicóndilo se origina un sistema de fibras que irradian: las superiores, casi horizontales, desde las partes laterales de la tróclea y del epicóndilo; terminan en los bordes laterales de la patela [rótula] constituyendo el **ligamento epicondilopatelar**. Las **fibras intermedias** son oblicuas, algo más espesas, se dirigen hacia adelante y abajo desde la

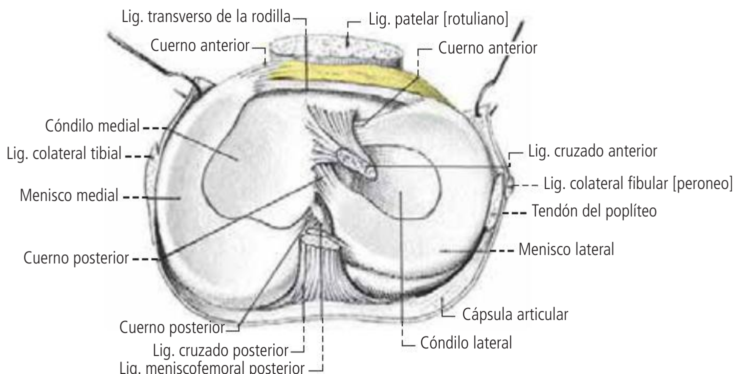


Fig. 65-4. Cara articular superior de la tibia derecha, con sus meniscos, vista superior.

cara lateral del epicóndilo hasta el menisco: **ligamento epicondilomeniscal** (Vallois). Las **fibras verticales** se dirigen hacia la tibia, las más profundas se insertan en la cara lateral de los meniscos: se distingue así una porción superior, **femoromeniscal**, y otra inferior, **meniscotibial**. Esta última, corta y espesa, amarra los meniscos a la tibia.

– La **inserción tibial** se realiza a 4 o 5 mm por debajo del revestimiento cartilaginoso de la cara articular superior.

Inserciones posteriores

– **Inserción femoral:** la cápsula se inserta a 1 cm por arriba del revestimiento cartilaginoso, donde se confunde con la inserción del músculo gastrocnemio, que refuerza la cápsula. Entre los dos cóndilos femorales, la cápsula se profundiza en la fosa intercondílea y se confunde con la inserción femoral de los **ligamentos cruzados**.
– **Inserción tibial:** sigue la parte posterior y el borde medial de las superficies de la cara articular superior hasta la inserción del **ligamento cruzado anterior**, con el cual se continúa; el área intercondílea posterior queda por detrás de su inserción tibial.

En general, la cápsula es bastante laxa y no tiene gran valor funcional. Esta laxitud exige refuerzos, que brindan los ligamentos.

Ligamentos

Se distinguen: **anteriores**, **posteriores**, **colaterales** (colateral fibular [peroneo] y colateral tibial) y **cruzados**.

Ligamentos anteriores

Se distingue (**fig. 65-5**):

– **Ligamento patelar** [tendón rotuliano], une el vértice de la patela [rótula] con la tuberosidad tibial, reforzado adelante por las fibras del tendón del músculo recto femoral.

A cada lado de la **patela [rótula]** existe un conjunto de formaciones que la amarran a los epicóndilos y a las partes laterales de la articulación:

– El **retináculo patelar** [**rotuliano**] **lateral** [aleta rotuliana lateral] y el **medial** [aleta rotuliana medial] forman un plano de fibras verticales. Son las expansiones de los músculos vastos lateral y medial, respectivamente. Este plano es profundo, en relación con el plano formado por el **tracto iliotibial** (fibras del tensor de la fascia lata), donde las fibras verticales se fijan en la tibia y las anteriores, sobre la patela [rótula].

Del lado medial, un sistema similar de fibras procede del **músculo sartorio** formando, en su conjunto, el plano sartorio-tensor de la fascia lata que cubre al ligamento patelar [rotuliano] y a la patela [rótula] (Farabeuf).

Ligamentos posteriores

A **ambos lados** se encuentran los “casquetes condíleos”, constituidos por fibras verticales: las del “casquete medial” van directamente del fémur a la tibia, adhiriéndose al menisco; las del “casquete lateral” se insertan en la tibia y en la fíbula [peroné], mezclando sus fibras con las del **ligamento poplíteo arqueado** (**fig. 65-6**). En la **parte media**, un conjunto de fascículos orientados en diversas direcciones llena este espacio. Se distinguen:

A. El **ligamento poplíteo oblicuo** [de Winslow], potente fascículo fibroso que corresponde al tendón recurrente del

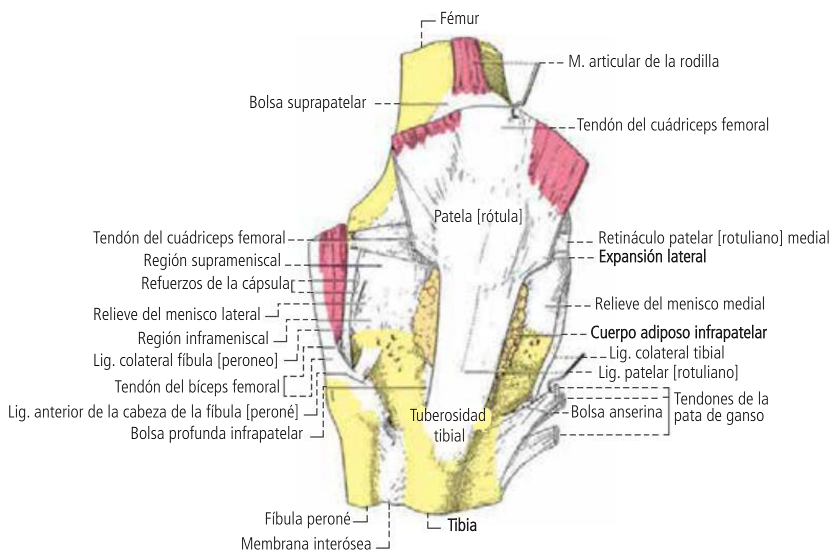


Fig. 65-5. Articulación de la rodilla derecha, vista anterior.

músculo semimembranoso, cruza en diagonal, hacia arriba y lateralmente a la cara posterior de la rodilla, y se pierde irradiado en abanico sobre el casquete condíleo lateral.

B. El **ligamento poplíteo arqueado** (**fig. 65-6**), formado por:

- Un **fascículo lateral** que continúa las fibras del casquete condíleo lateral y desciende hasta la cabeza de la fíbula [peroné].
- Un **fascículo medial** que continúa a las fibras posteromediales del casquete condíleo lateral y se inserta en la tibia.
- **Ambos fascículos** del ligamento **delimitan una arcada** cóncava hacia abajo, por la cual el tendón del músculo poplíteo se hace intracapsular pero extrasinovial, y adhiere por su cara posterior al fascículo lateral del **ligamento poplíteo arqueado**.

Ligamento colateral tibial [lateral interno]

Se extiende desde el **cóndilo medial hasta la tibia**, ligeramente oblicuo abajo y adelante, pasa en puente, superficial al **tendón reflejo del músculo semimembranoso** (**fig. 65-7**). Está formado por fibras netas que, por su cara profunda, adhieren al menisco sin interrumpirse. De la parte posterior, en su mitad superior, se desprenden fibras oblicuas hacia abajo y atrás que **llegan al menisco**. De su mitad inferior se desprenden fibras que se dirigen arriba y atrás y que confluyen **en el menisco**. Se observan así dos formaciones triangulares, una femoromeniscal y otra tibiomeniscal.

El **borde anterior** del ligamento se diferencia netamente de la cápsula por su espesor; el **borde posterior** se confunde de manera insensible con ella en su parte superior; en su parte inferior, se pierde en la fascia del músculo poplíteo.

Ligamento colateral fibular [peroneo, lateral externo]

Es un cordón delgado, fibroso y resistente, insertado bastante atrás en el cóndilo por arriba de la fosa del tendón del músculo poplíteo (**fig. 65-8**). Aislable de la cápsula, se dirige hacia abajo y atrás para insertarse en la parte anterior y lateral de la cabeza de la fíbula [peroné]. La cara superficial del ligamento, subfascial en su mitad superior, hacia abajo está cubierta por el tendón del músculo bíceps femoral, que lo envaina totalmente en su inserción fibular. Una bolsa sinovial se interpone entre ambos.

De la mitad superior y de su borde anterior se desprenden fibras que se dirigen al menisco.

Ligamentos cruzados

Son dos **ligamentos fuertes**, situados **profundamente** (**figs. 65-9** y **65-10**). Por su inserción en la tibia, se designan **anterior** y **posterior**:

- **Ligamento cruzado anterior:** se inserta abajo, en el área intercondílea anterior, **por delante** del tubérculo intercondíleo medial y medialmente al cuerno anterior del menisco lateral. Se dirige hacia arriba, atrás y lateralmente, para terminar en la cara medial del **cóndilo lateral del fémur**, en la parte posterior, siguiendo una línea vertical.
- **Ligamento cruzado posterior:** se inserta en la superficie **por detrás** de la eminencia intercondílea de la tibia, prolongándose siempre sobre el borde posterior del platillo tibial. Desde aquí se dirige hacia arriba, en sentido anteromedial, para insertarse en la cara lateral del **cóndilo medial del fémur**, siguiendo una línea horizontal.

Estos dos ligamentos se **cruzan** en sentido **anteroposterior** y en sentido **transversal**. La fórmula "**LAMP**" sirve como me-

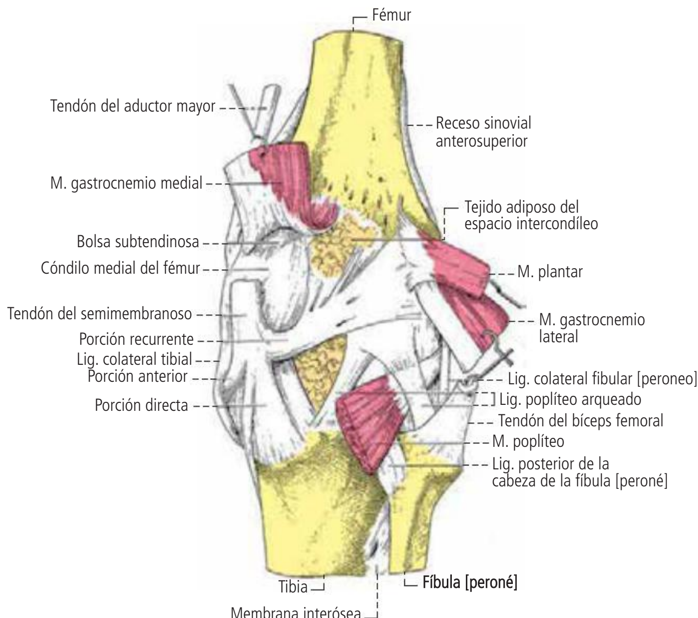


Fig. 65-6. Articulación de la rodilla derecha, vista posterior.

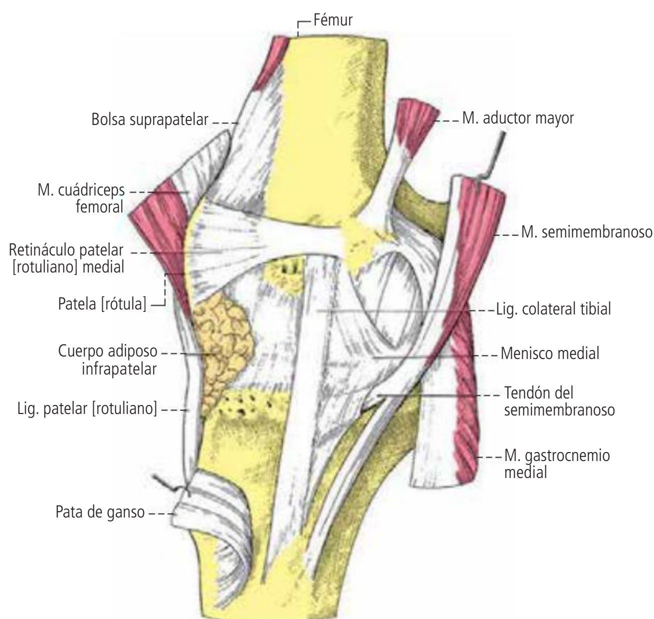


Fig. 65-7. Articulación de la rodilla derecha, vista medial.

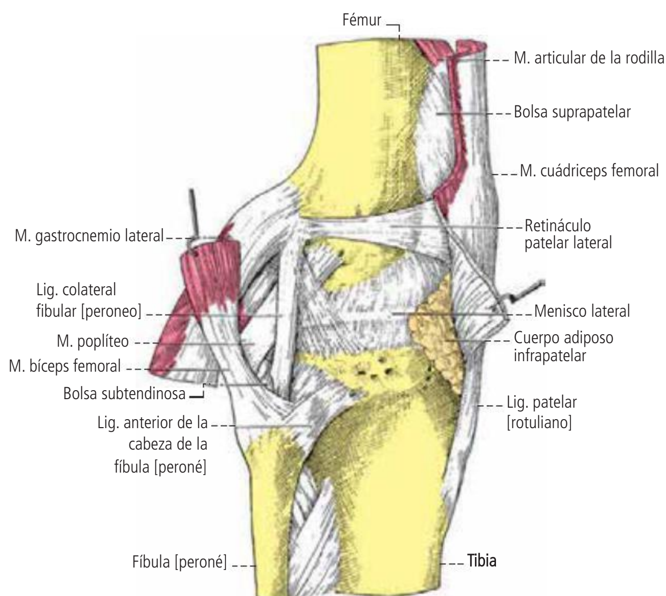


Fig. 65-8. Articulación de la rodilla derecha, vista lateral.

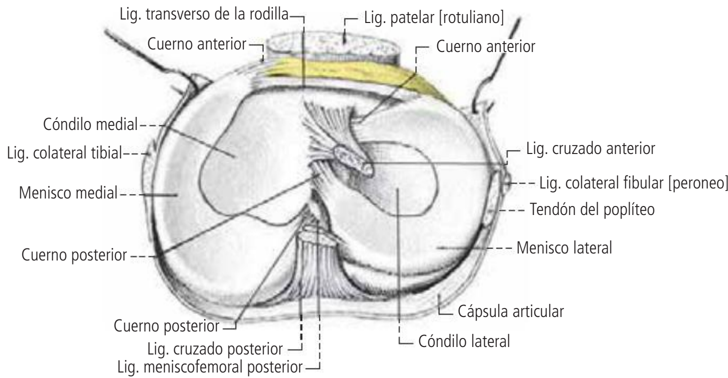


Fig. 65-9. Cara articular superior de la tibia derecha, con sus meniscos, vista superior.

dio mnemotécnico para recordar sus ubicaciones: en el cóndilo **Lateral** se inserta el ligamento **Anterior**, y en el cóndilo **Medial**, el ligamento **Posterior**.

Ambos ligamentos, robustos, amarran de cerca la tibia al fémur, son "extrasinoviales", y las formaciones que cierran el espacio intercondíleo posterior, **ligamento poplíteo oblicuo**, les dan un aspecto de "intracapsulares".

Sinovial

Es la más extensa y compleja de las sinoviales articulares (**figs. 65-11** a **65-16**). Reviste a la cápsula por su cara medial, y llega con ella al fémur, a la patela [rótula] y a la tibia. Cuando la cápsula se inserta a cierta distancia del revestimiento cartilaginoso, la membrana sinovial se refleja desde la cápsula sobre el hueso y termina en contacto con el cartílago.

- **Adelante**, la membrana sinovial forma un amplio receso, por encima de la patela [rótula]. Por debajo de esta, al descender encuentra al cuerpo adiposo, se extiende sobre esta masa y llega a la tibia por delante del **ligamento cruzado anterior**, formando el **pliegue sinovial infrapatelar** y los pliegues alares.
- **A los lados**, la membrana sinovial, al igual que la cápsula, está interrumpida por los meniscos.
- **Atrás**, tapiza la cara profunda de los casquetes condíleos y penetra en la fosa intercondílea para pasar por **delante de los ligamentos cruzados**, que son extrasinoviales.

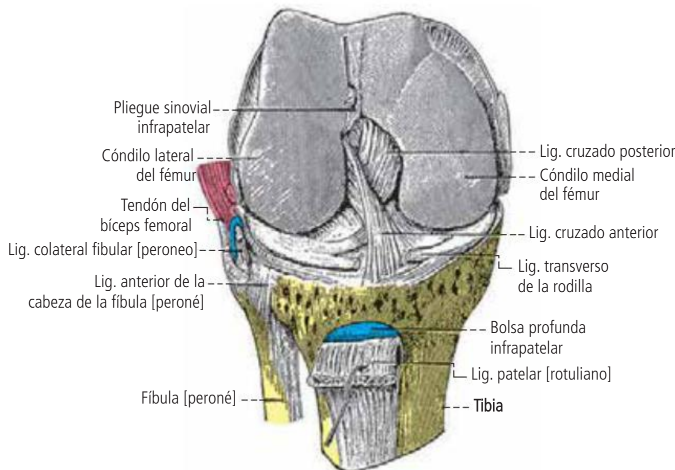


Fig. 65-10. Ligamentos cruzados, vista anterior, rodilla derecha.

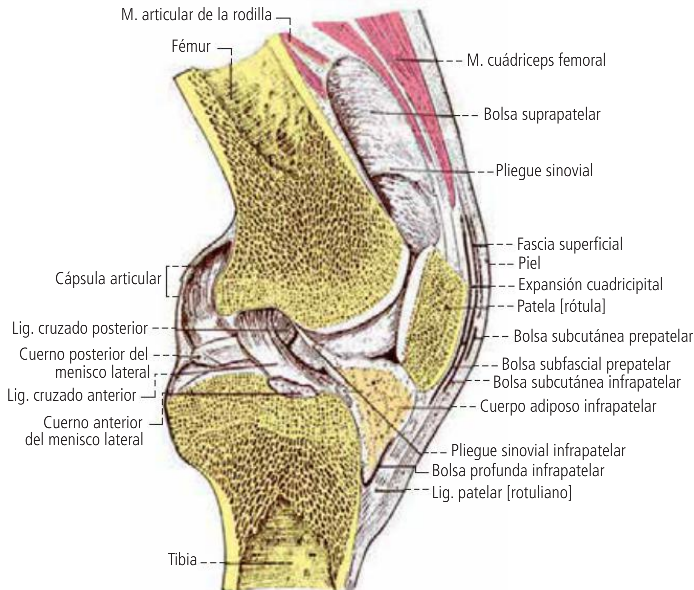


Fig. 65-11. Articulación de la rodilla derecha. Corte paramediano. Segmento medial, visto por su cara lateral.

Fig. 65-12. Articulación de la rodilla derecha, abierta por su cara anterior. En el recuadro se señalan las incisiones para obtener el preparado que muestra la figura.

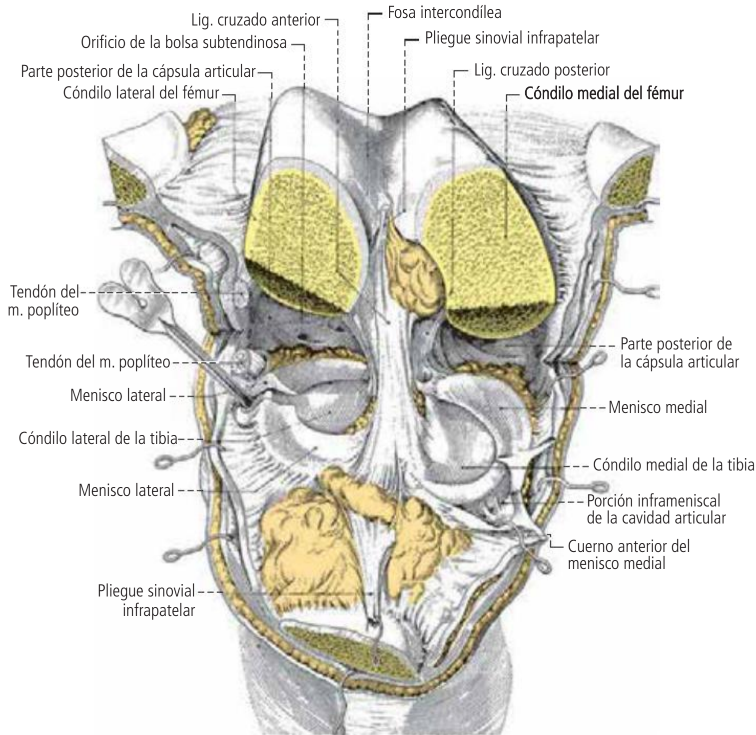


Fig. 65-13. Articulación de la rodilla derecha, vista anterior para observar los meniscos y la parte posterior de la cápsula, para lo cual se ha resecado la mayor parte de los cóndilos del fémur y se ha flexionado la rodilla en ángulo recto.

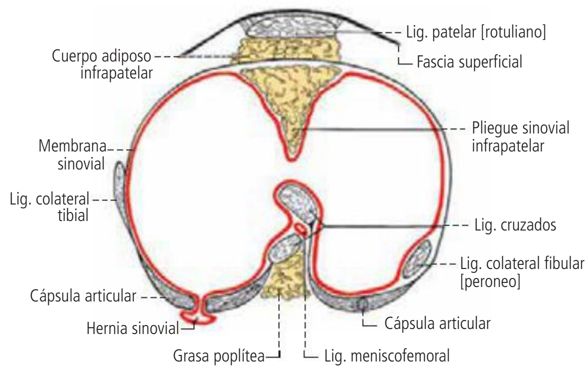


Fig. 65-14. Corte transversal de la rodilla por debajo de los meniscos. En rojo: membrana sinovial.

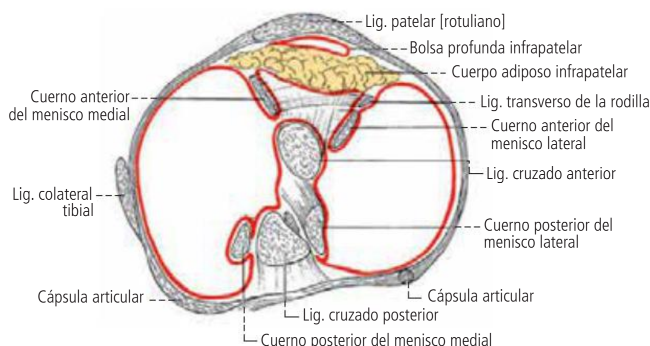


Fig. 65-15. Corte transversal de la rodilla inmediatamente por debajo de los cóndilos femorales. En rojo: membrana sinovial.

La membrana sinovial presenta divertículos y se encuentra levantada por franjas y masas adiposas.

Divertículos sinoviales

A. Bolsa suprapatelar [fondo de saco subcuadricipital]: se desarrolla por encima de la patela [rótula] y está situada entre el fémur y el músculo cuádriceps femoral. A menudo puede comunicar con la bolsa sinovial del cuádriceps. Sobre el receso subcuadricipital se inserta el pequeño **músculo articular de la rodilla**.

B. Prolongación poplítea: sale de la cápsula, por debajo del ligamento poplíteo arqueado, cubierto por la cara anterior del **músculo poplíteo**. Comunica, aquí, las porciones suprameniscales e inframeniscales. Es una prolongación casi constante de la membrana sinovial.

C. Divertículos supracondíleos: pequeños, acompañados de tejido adiposo, perforan la parte superior de la cápsula cerca de su inserción; inconstantes, el más voluminoso es el medial.

D. Pliegues sinoviales y cuerpo adiposo: en la membrana sinovial se observan numerosos pliegues, algunos de los cuales contienen masas adiposas voluminosas como el **cuerpo adiposo infrapatelar** y el **pliegue sinovial infrapatelar**. Situado por debajo de la patela [rótula] y detrás del ligamento patelar [rotuliano], sobrepasa a cada lado al ligamento, del que está separado abajo por la bolsa sinovial infrapatelar. Su parte superior contacta con la patela [rótula]. Su parte profunda se prolonga por el **pliegue sinovial infrapatelar**, revestido por sinovial. Con la denominación de **pliegue sinovial infrapatelar** [ligamento adiposo] se designa el cordón delgado que une el cuerpo adiposo infrapatelar al borde anterior de la **fosa intercondílea**, por delante del ligamento cruzado anterior. Del punto de unión del pliegue sinovial infrapatelar con el cuerpo adiposo infrapatelar se desprenden los pliegues alares, que divergen en este punto y se dirigen hacia los bordes laterales de la patela [rótula]. El pliegue sinovial infrapatelar, al insertarse sobre el borde lateral del ligamento cruzado anterior, puede dividir en forma completa la articulación, formando un tabique, que se inserta por debajo en el área intercondílea anterior de la tibia.

E. El **cuerpo adiposo suprapatelar:** situado por encima de la patela [rótula], se continúa con los pliegues alares.

F. Las **franjas sinoviales**, cuya repartición es muy extensa: borde inferior de los meniscos contra la tibia; borde superior de los

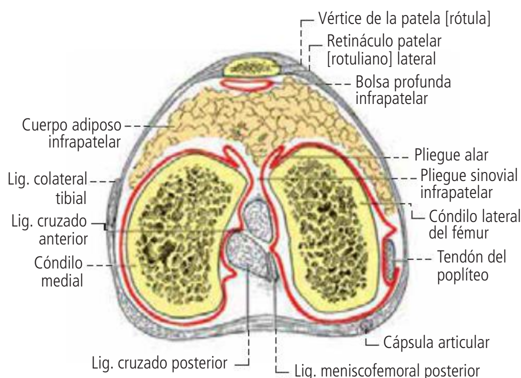


Fig. 65-16. Corte transversal de la rodilla a través de los cóndilos del fémur. En rojo: membrana sinovial.

meniscos en su segmento posterior; bordes e inserción de los ligamentos cruzados a nivel de la ojiva del poplíteo, etcétera.

Gruesa y muy vascularizada, la membrana sinovial constituye la parte más reactiva de la articulación. A menudo está distendida por derrames intraarticulares (hemartrosis, piartrosis), que distienden la cápsula a los lados y por encima de la patela [rótula].

Relaciones

Relaciones anteriores

En los **planos superficiales** a la cápsula se encuentran (**fig. 65-17**):

- El plano de la **fascia lata**, reforzado lateralmente por el **tracto iliotibial**.
- **Lateralmente**, el plano fibroso de las inserciones inferiores del **cuádriceps femoral** con las expansiones de los vastos; en el plano medio, el **ligamento patelar** [**rotuliano**], formación gruesa, resistente, sólida, amarrada a la patela [rótula] y a la tibia por los retináculos patelares [alerones rotulianos].
- La **patela [rótula]** oculta una importante porción de la cavidad articular, cubierta por una bolsa sinovial prepatelar y los planos fibrosos emanados del cuádriceps.

Relaciones laterales

- **Medialmente**, la articulación se relaciona con los tendones de la **"pata de ganso"**: **sartorio**, **grácil** y **semitendinoso**. En el tejido subcutáneo transcurren el **nervio safeno** y la **vena safena magna**.
- **Lateralmente**, la articulación es muy superficial, sobre todo por arriba de la **cabeza de la fíbula [peroné]** y por delante del **tendón del bíceps femoral**.

Relaciones posteriores

Estas relaciones se hacen con la **fosa poplítea**:

- **De lateral a medial**, el **músculo gastrocnemio** se inserta en el fémur y en los casquetes condíleos, ambas cabezas musculares convergen para adosarse entre sí a nivel de la interlínea articular. La cabeza medial del gastrocnemio está cubierta superficialmente por los **músculos semimembranoso** y **semitendinoso**, mientras que la cabeza lateral del gastrocnemio, junto con el músculo plantar y el músculo poplíteo, están cubiertos por el **bíceps femoral** y por el **nervio fibular [peroneo] común**.
- En el **plano medio** desciende el **eje vasculonervioso poplíteo** que se aleja de la articulación. Ordenado desde la profundidad hacia la superficie, el eje está formado por la **arteria poplítea**, la **vena poplítea** y, por último, por el **nervio tibial**, el más superficial de estos elementos, sumergidos en un medio adiposo.
- **Superficialmente**, la región está cubierta por una fascia atravesada por la vena safena menor. La piel está marcada por los pliegues de flexión de la rodilla.

La rodilla es fácil de explorar, excepto en la región posterior. Su abordaje quirúrgico resulta dificultoso, no a causa de sus relaciones, sino porque su membrana sinovial es compleja y la cavidad articular es difícil de explorar cuando no existe deterioro de sus ligamentos.

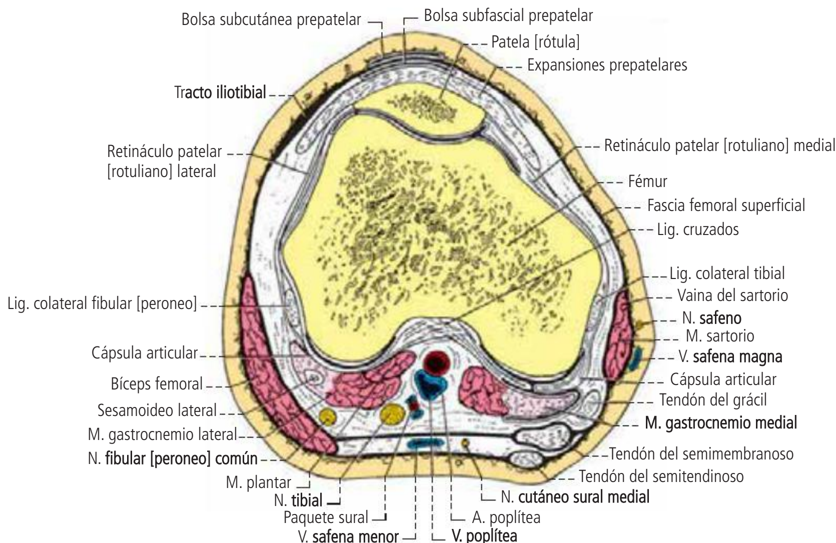


Fig. 65-17. Corte horizontal de la rodilla que interesa los cóndilos del fémur y la región posterior de la rodilla.

Vascularización e inervación

Arterias

Las **arterias**, que irrigan la articulación, proceden de la **arteria femoral**, de la **arteria poplítea** y de la **arteria tibial anterior**:

- La **arteria femoral** proporciona la arteria descendente de la rodilla [anastomótica magna], que irriga la parte superomedial.
- La **arteria poplítea** suministra cinco arterias articulares: dos **arterias articulares superiores**, medial y lateral, que rodean la extremidad inferior del fémur y vienen a ramificarse por delante de la patela [rótula]. Una **articular media**, que se profundiza en la fosa intercondílea y se distribuye en gran parte en los ligamentos cruzados. Dos **arterias articulares inferiores**, medial y lateral, que se dirigen hacia adelante pasando la primera debajo del cóndilo medial de la tibia, y la segunda, medial al ligamento colateral fibular [peroneo] y lateral al tendón del músculo poplíteo. Ambas arterias terminan en la parte anterior de la articulación.
- La **arteria tibial anterior** proporciona una rama recurrente que sube hacia la patela [rótula].

Estas arterias, excepto la articular media, contribuyen a formar un **círculo periarticular** de donde emergen ramas de diámetro pequeño que se distribuyen por las partes anteriores y laterales de la articulación.

Nervios

Los **nervios** son:

- El **nervio tibial** da tres ramos que siguen a las arterias articulares mediales, superior e inferior, y la articular media.
- El **nervio fibular [peroneo] común** origina tres ramos articulares que siguen a las arterias articulares superior e inferior y a la recurrente tibial anterior.
- El **nervio obturador** proporciona un pequeño ramo que sigue a la arteria femoral y se pierde en las partes posterior y medial de la articulación.
- El **nervio femoral**, a través de los nervios de cada músculo vasto, proporciona la inervación superior profunda.

Bolsas sinoviales periarticulares

La rodilla posee a su alrededor o en sus inmediaciones **bolsas sinoviales**, unas anexas a los músculos y otras independientes.

Bolsas anteriores

Además de la **bolsa suprapatelar**, se encuentran:

A. Bolsas prepatelares, desarrolladas delante de la patela [rótula]; se distinguen:
  - **Bolsa subcutánea prepatelar**, situada por debajo de la piel, en un desdoblamiento de la fascia superficial.
  - **Bolsa subfascial prepatelar**, entre la fascia lata y la expansión cuadricipital; es la más voluminosa y casi constante.
  - **Bolsa subtendinosa prepatelar**, entre la expansión cuadricipital y la patela [rótula].

B. Bolsa profunda infrapatelar; se encuentra por delante de la tibia, por detrás del ligamento patelar [rotuliano] y por debajo del cuerpo adiposo anterior de la rodilla [Dujarier].

C. Bolsa anserina, entre la cara medial de la tibia y la cara profunda de los tendones que constituyen la **pata de ganso**.

Bolsas sinoviales posteriores

Son intermusculares y se las puede diferenciar en **mediales** y **laterales**.

Bolsas sinoviales mediales

A. Bolsa subtendinosa medial del músculo gastrocnemio, que se halla entre la inserción superior del músculo y el cóndilo femoral medial; puede comunicarse con la membrana sinovial articular.

B. Bolsa del gastrocnemio medial y del semimembranoso, situada entre ambos músculos.

C. Bolsa del músculo semimembranoso, profunda con respecto a los precedentes, se halla entre el tendón del músculo y el cóndilo medial de la tibia.

Bolsas sinoviales laterales

Además de la prolongación que envía la sinovial articular por debajo del tendón del músculo poplíteo, se distingue:

A. Bolsa subtendinosa del músculo bíceps femoral, entre el tendón de este músculo y el ligamento colateral fibular [peroneo].

B. Bolsa sinovial del ligamento colateral fibular [peroneo], situada profunda, entre el tendón del músculo poplíteo y el ligamento colateral fibular [peroneo].

C. Bolsa subtendinosa lateral del músculo gastrocnemio, que se encuentra debajo del tendón de inserción de este músculo.

Estas tres últimas bolsas tienen forma y dirección variables e inconstantes.

Anatomía de superficie

La rodilla presenta dos caras: anterolateral, o **rodilla propiamente dicha**, y posterior, la **fosa poplítea**. Vista de adelante y en extensión, la unión de la pierna con el muslo dibuja un ángulo abierto lateralmente.

Puntos de referencia óseos

Son los siguientes:

- La **patela [rótula]** forma un relieve en el plano medio saliente que sigue a la tibia y desciende durante la flexión. Bordeada por dos surcos, no impide palpar los cóndilos por adelante y a los lados. Su vértice indica el nivel de la interlínea articular, cuando la rodilla está en extensión.
- La **tuberosidad tibial**, saliente situada en el plano medio, inferior al vértice patelar.
- La **cabeza de la fíbula [peroné]**, posterior y lateral, está a dos traveses de dedo por debajo de la interlínea articular hacia lateral y posterior.

Relieves musculares

El **músculo vasto lateral** y el **músculo vasto medial** forman, por encima y a los lados de la patela [rótula], dos salientes de las cuales la medial desciende más. En el plano medio, el **ligamento patelar [rotuliano]** prolonga el vértice de la patela [rótula] levantando los tegumentos. Su percusión, con la rodilla flexionada, ocasiona la extensión de la pierna: es el **reflejo patelar [rotuliano]**, que se busca con frecuencia y tiene su traducción clínica.

Atrás, con la pierna en extensión, la **fosa poplítea** forma una saliente longitudinal. Con la pierna en flexión, la región posterior de la rodilla aparece limitada, **lateralmente** por el tendón del **músculo bíceps femoral**, y **medialmente** por los tendones del **semimembranoso** y del **semitendinoso**. En esta posición, en profundidad, se puede palpar el latido de la arteria poplítea.

Anatomía radiológica

En las radiografías anteroposteriores (de **frente**), la interlínea articular es horizontal, interrumpida por la saliente de la eminencia intercondílea (**figs. 65-18** y **65-19**). El vértice de la patela [rótula] se acerca a esta interlínea. En las radiografías laterales (**perfil**), la superposición de los dos cóndilos disminuye la nitidez de la interlínea, pero la patela [rótula] se diferencia por delante de la tróclea femoral. La **artrografía**, opaca o gaseosa, permite observar los meniscos y, en ciertas incidencias, los ligamentos cruzados. En la actualidad ha sido reemplazada por la resonancia magnética (**fig. 65-20**) con la que se obtiene una excelente definición de las estructuras de la rodilla.

REGIÓN FEMORAL (DEL MUSLO)

Comprende 10 músculos (el **tensor de la fascia lata** se ha estudiado previamente), cuya división anatómica corresponde en conjunto a una **distribución funcional**: los músculos anteriores son **extensores** y los músculos posteriores, **flexores** de la pierna sobre el muslo. Los músculos mediales son **aductores**, acercan el muslo al plano sagital mediano del cuerpo. Hay **dos excepciones**: el **sartorio**, anterior y flexor, y el **grácil**, medial y flexor. La acción de los músculos del muslo se describirá con los movimientos de la pierna sobre el muslo.

Músculos del compartimento femoral anterior

Músculo sartorio

Es un músculo largo y acintado. Se extiende de arriba hacia abajo y de lateral a medial, desde el hueso **coxal** a la extremidad superior de la **tibia** (véase **fig. 64-26**).

Inserciones y constitución anatómica

A. Inserción superior: se realiza en la espina ilíaca anterior y superior y en la parte más elevada de la incisura que se encuentra por debajo de ella.

B. Cuerpo muscular: formado por fascículos paralelos largos, presenta una cara superficial y otra profunda. Oblicuo hacia abajo y medialmente, cruza en diagonal la cara anterior y luego la cara medial del muslo. Su cara superficial, en su **tercio superior**, es anterior, en el **tercio inferior** se hace medial, en el **tercio medio** adopta una posición intermedia.

C. Inserción inferior: se realiza por intermedio de un tendón en la parte medial de la extremidad superior de la **tibia**, por delante de su cóndilo medial. Forma aquí, con los tendones de los músculos **grácil** y **semitendinoso**, un conjunto de ramas divergentes: la "**pata de ganso**" (*pes anserinus*).

Relaciones

El **músculo sartorio** está contenido en un desdoblamiento de la fascia lata.

- **Cara superficial o anterior:** cubierta por la fascia lata y la piel. El músculo se pone en evidencia cuando se contrae con la pierna flexionada sobre el muslo, en abducción y rotación lateral.
- **Cara profunda o posterior:** de arriba hacia abajo, cruza a los músculos recto femoral, al iliopsoas, al aductor largo, al vasto medial y a la cara medial de la articulación de la rodilla. En su tercio superior forma el límite lateral del **triángulo femoral**; cruza después a los **vasos femorales**, cuyo "satélite" es el músculo sartorio. Cruza el borde del **músculo aductor largo**, cerrando por abajo el **triángulo femoral**, cuya base corresponde al **ligamento inguinal**. En el tercio medio, la cara profunda se apoya sobre el conducto de los vasos femorales; en su tercio inferior, sobre el **conducto aductor**, para alcanzar la cara medial de la región de la rodilla.

En resumen, el músculo sartorio está situado **lateral** a la arteria femoral, arriba, pasa luego por **delante** de ella y la cubre para situarse abajo, **medial** a la arteria.

Inervación y vascularización

Recibe varios ramos musculares del **nervio femoral** (L2-L3), directamente o por los nervios perforantes que penetran en el músculo perforando su vaina para hacerse subcutáneos.

Varias **arterias pequeñas**, provenientes de la femoral, abordan el músculo por su cara profunda.

Acción

El músculo sartorio flexiona la pierna sobre el muslo, al que lleva en abducción y rotación lateral ("posición del sastre", de ahí su nombre).

Músculo cuádriceps femoral

Es el más potente de los músculos extensores de la pierna sobre el muslo. Lo constituyen cuatro músculos: **recto femoral, vasto lateral, vasto medial** y **vasto intermedio**. Las inserciones superiores son diferentes para cada uno de ellos, pero hacia abajo terminan en una inserción en la **patela [rótula]**, prolongada hacia la tibia por el ligamento patelar [rotuliano] (véanse **figs. 64-24** y **65-21**).

Inserciones superiores y constitución anatómica

A. El **músculo recto femoral** [recto anterior] se inserta en la pelvis por:

- Un **tendón directo**, que se fija en la espina ilíaca anteroinferior.

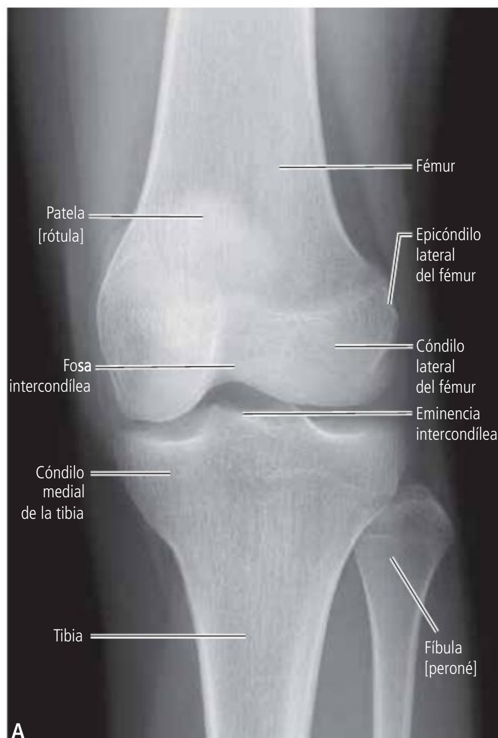




Fig. 65-18. A. Radiografía anteroposterior de la rodilla derecha. La pierna se encuentra en extensión. Se observan los cóndilos femorales articulados con los cóndilos tibiales. La patela se encuentra superpuesta a la epífisis femoral. **B.** Radiografía lateral de la rodilla derecha. La pierna se encuentra en extensión. Se observa la patela por delante de la epífisis femoral.

- Un **tendón reflejo**, que se fija en el surco supraacetabular y en la cápsula articular.
- Un **tendón recurrente**, adherente a la cápsula articular (**fig. 65-23**).

El **cuerpo muscular** es vertical y desciende delante de un canal que le forman los músculos vastos lateral, medial e intermedio.

B. El **músculo vasto lateral** [vasto externo] (**fig. 65-21**), aplicado a la diáfisis del fémur, se inserta:

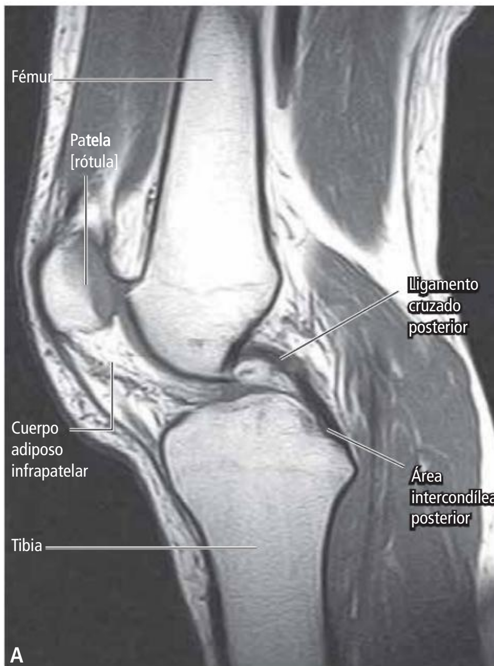
- Por una lámina tendinosa, en el borde anterior e inferior del trocánter mayor.
- En la rama lateral de trifurcación de la línea áspera.
- En los dos tercios superiores del labio lateral de la línea áspera.
- En la parte superior y anterolateral de la **diáfisis femoral** y en el tabique intermuscular lateral.

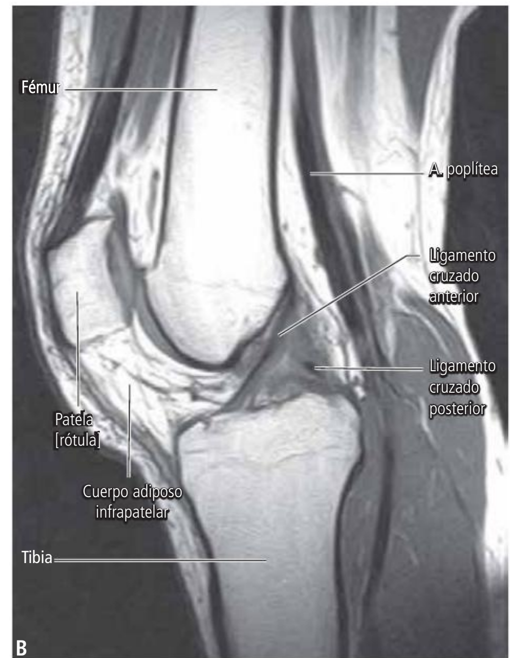
El **cuerpo muscular** es aplastado, ancho y plano, con fibras oblicuas abajo y medialmente, que se disponen sobre el fémur hasta la parte inferior del muslo.

C. El **músculo vasto medial** [vasto interno] (**figs. 65-21** y **65-22**) se inserta por una lámina tendinosa que lo separa de los aductores atrás, y en todo el labio medial de la línea áspera y sobre la línea rugosa que une esta línea al cuello del fémur. El cuerpo muscular es menos ancho que el precedente, pero grueso y aplanado. Sus fibras son oblicuas abajo y lateralmente, dispuestas sobre el fémur hasta la parte inferior del muslo.



Fig. 65-19. Radiografía de las patelas desde una proyección axial. Ambas rodillas se encuentran flexionadas. Se observa la interlínea articular entre la patela y la tróclea femoral.





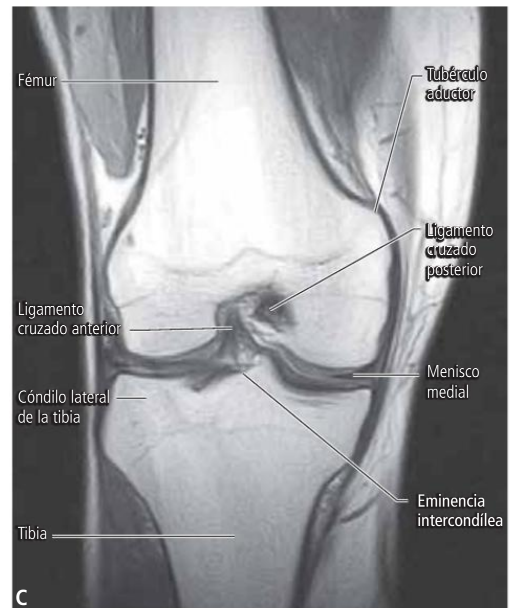


Fig. 65-20. Imágenes de resonancia magnética. **A.** Corte sagital de la rodilla a nivel del ligamento cruzado posterior (se observa hipointenso). **B.** Corte sagital de la rodilla a nivel del ligamento cruzado anterior (se observa hipointenso). **C.** Corte coronal de la rodilla derecha que atraviesa la eminencia intercondílea. Se observan los meniscos hipointensos.

D. El **músculo vasto intermedio** [crural] (**figs. 65-22** y **65-23**) se inserta:

- En los tres cuartos superiores de las caras anterior y lateral del fémur.
- En la parte inferior del labio lateral de la línea áspera, donde confunde sus fibras de inserción con las del vasto lateral.

El **cuerpo muscular** forma un manguito alrededor del fémur: los fascículos constitutivos del músculo se agrupan en una lámina tendinosa anterior e inferior. Esta aponeurosis se fusiona por su borde medial con el vasto medial; está unida, además, al vasto lateral por numerosos fascículos.

Profundamente al músculo **vasto intermedio** existe un pequeño **músculo articular de la rodilla** [subcrural o tensor de la membrana sinovial de la rodilla] constituido por algunos fascículos que se insertan en la cara anterior del fémur y se pierden abajo, en el receso o bolsa sinovial suprarrotuliana, con mayor frecuencia cuando está unido más o menos íntimamente al vasto intermedio.

Inserciones inferiores

Es posible reconocer los planos musculares integrantes del **cuádriceps** femoral, que son tres (**fig. 65-24**):

A. Plano superficial: formado por el tendón inferior del **músculo recto femoral**, que se inserta:

- Por sus **fibras profundas**, en la parte anterior de la base de la patela [rótula].
- Sus **fibras superficiales** pasan por delante de la patela [rótula], alcanzan el ligamento patelar [rotuliano] y con él

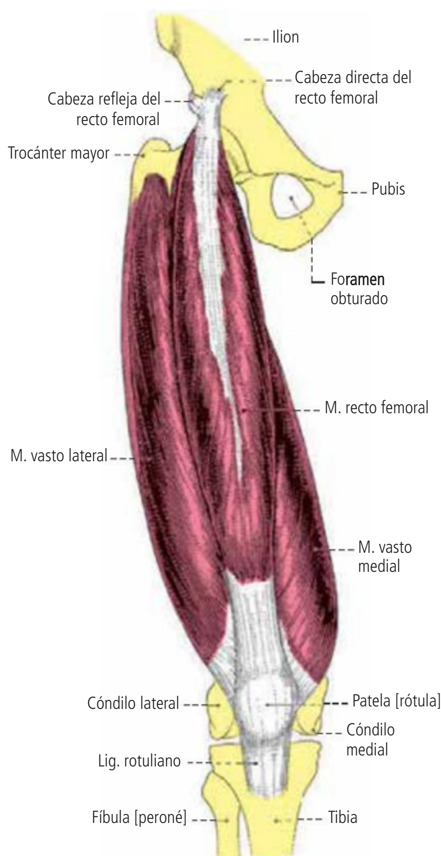


Fig. 65-21. Músculo cuádriceps femoral.

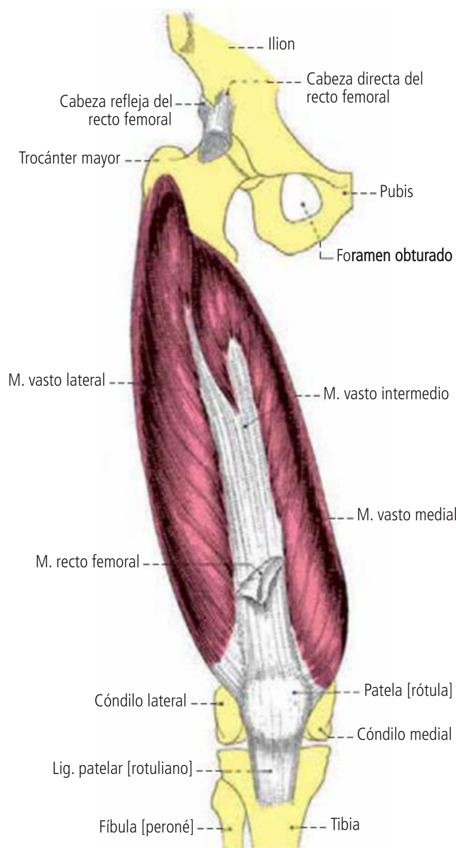


Fig. 65-22. Músculo cuádriceps femoral después de la resección del músculo recto femoral.

se fijan en la mitad inferior de la tuberosidad tibial, separadas del hueso por una bolsa sinovial pretibial [tendón rotuliano]. El conjunto, ancho y grueso, acintado y resistente, se dirige oblicuo hacia abajo y en sentido lateral. En el ligamento patelar, el plano superficial está formado por fibras del músculo recto femoral y el plano profundo, por fibras que desde el vértice de la rótula se dirigen a la tuberosidad tibial.

B. Plano medio: a una distancia variable, por encima de la rótula, los **vastos medial** y **lateral** se fusionan por detrás del tendón del recto femoral, insertándose:

- Algunas fibras, en los bordes laterales del tendón del músculo recto femoral.
- En la base de la patela [rótula], por detrás del tendón del recto femoral.
- En los bordes laterales de la patela [rótula], descendiendo más el vasto medial que el vasto lateral.

Cada uno de estos músculos vastos emite **expansiones**: unas **prepatelares**, **cruzadas**, se dirigen **oblicuas** hacia el lado opuesto, pasando por delante del ligamento patelar y de la patela [rótula] para terminar en el borde inferior de la parte lateral del cóndilo tibial del lado opuesto; otras, **directas**, **verticales**, situadas a los lados de la patela [rótula], terminan en el borde inferior del cóndilo tibial del mismo lado. El conjunto de estas fibras o **expansiones de los músculos vastos** forma los **retináculos patelares lateral** y **medial** (**fig. 65-25**).

C. Plano profundo: constituido por el tendón del **músculo vasto intermedio**, se inserta en la base de la patela [rótula], por detrás de las inserciones de los otros vastos.

La **patela** [**rótula**], situada en el medio de estas inserciones, se presenta como un “hueso sesamoideo” que prolonga por el ligamento patelar las inserciones del músculo cuádriceps, hasta la tuberosidad tibial.

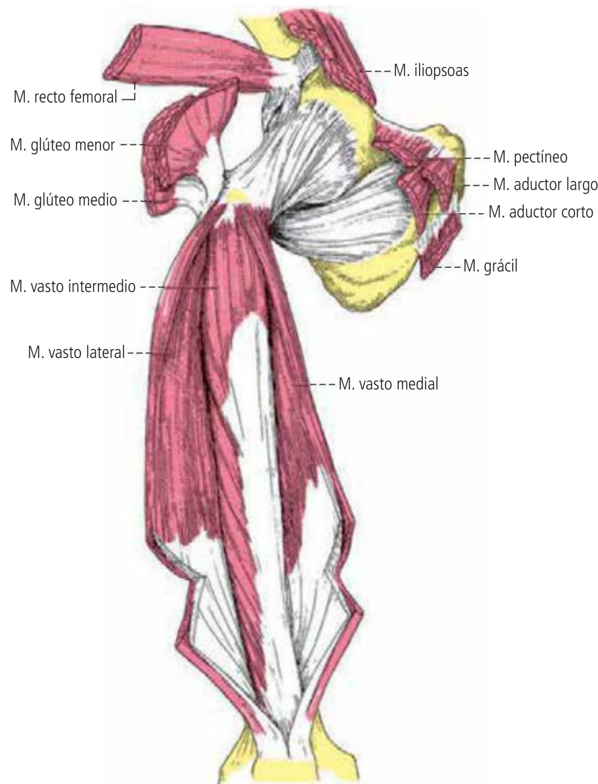


Fig. 65-23. Compartimento femoral anterior. Músculo cuádriceps femoral.

Relaciones

Estas pueden ser:

A. Intrínsecas: el **músculo recto femoral** es relativamente superficial. Desciende por el canal formado lateralmente por los músculos vastos lateral y medial y por delante del vasto intermedio. El vasto medial desciende más que el lateral. El conjunto del músculo se dispone, excepto en el intersticio de la línea áspera, alrededor de la diáfisis femoral, sobre la cual se desliza en el momento de contraerse. Las adherencias entre el músculo y el hueso, en contacto con un callo óseo, por ejemplo, comprometen los movimientos de la rodilla y suprimen la libertad del músculo.

B. Extrínsecas: en la parte superior del muslo, el **músculo recto femoral** es profundo, en contacto con la articulación coxofemoral entre los músculos psoas y tensor de la fascia lata cubierto por el músculo sartorio.

- En la **parte media** e **inferior del muslo**, el músculo cuádriceps es superficial, cubierto por la fascia lata, separado de los músculos del compartimento posterior por el tabique intermuscular femoral lateral y de los músculos aductores por el tabique intermuscular femoral medial. El **vasto medial** forma el lado lateral del **conducto de los vasos femorales** y luego el **conducto aductor**, donde se encuentran los vasos femorales y el nervio safeno. El músculo vasto medial está unido con el aductor mayor por una lámina fibrosa llamada **tabique intermuscular vastoaductorio**.
- En la **rodilla**, las inserciones inferiores participan del plano anterior de la articulación.

Inervación

El **nervio del cuádriceps** es uno de los ramos musculares del nervio femoral (L3, L4). Proporciona un ramo para cada uno de los constituyentes del cuádriceps. Abordan al recto femoral y al vasto lateral por su cara profunda y al vasto intermedio y al vasto medial por su cara superficial. El nervio del vasto medial desciende muy abajo, por fuera de la vaina de los vasos femorales.

Vascularización

La proporciona la rama ascendente de la arteria circunfleja femoral lateral, colateral de la arteria femoral profunda. Sus venas satélites son voluminosas.

Un plexo nervioso periarterial comanda la nutrición del músculo, particularmente sensible a las modificaciones de su régimen circulatorio. El músculo se atrofia con rapidez durante las inmovilizaciones de la rodilla.

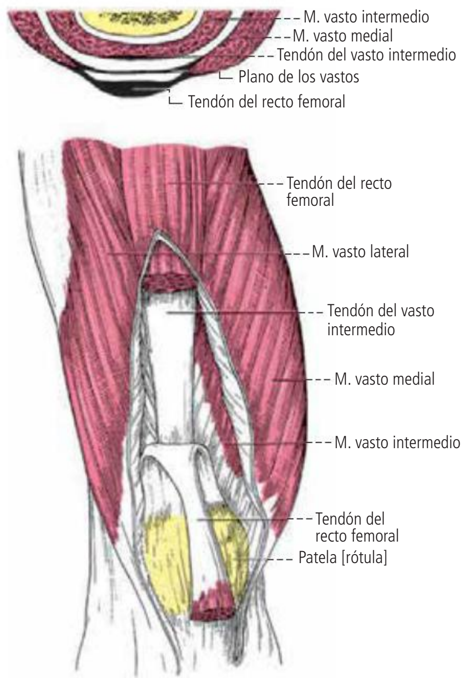


Fig. 65-24. Inserciones inferiores del músculo cuádriceps femoral. Arriba: corte horizontal esquemático que pasa por encima de la patela.

Acción

Cuando toma su punto fijo en la pelvis y en el fémur, **extiende** la pierna sobre el muslo y **flexiona** este sobre la pelvis. Esta **flexión** del muslo se produce por la contracción del **recto femoral**. Los músculos **vastos** (medial, lateral e intermedio) son **extensores** de la pierna. La contracción aislada de un vasto imprime a la rótula movimientos de lateralidad que tienden a subluxarla lateralmente. La totalidad del músculo se contrae durante la marcha.

Músculos del compartimento femoral medial

Son: el **grácil**, el **pectíneo** y los **aductores largo**, **corto** y **mayor**.

Músculo grácil [recto interno]

Se extiende desde la rama inferior del pubis y la rama del isquion hasta la tibia.

Inserciones y constitución anatómica

A. Inserciones superiores: se efectúan lateral a la sínfisis pubiana, en el ángulo del pubis, media a la inserción de los músculos aductores largo y corto, en el labio lateral, parte anterior de la rama isquiopubiana (**figs. 65-26** a **65-28**).

B. Cuerpo muscular: de las inserciones precedentes se origina un cuerpo delgado, plano y acintado, situado en la cara medial del muslo. Su tendón, largo y delgado, aparece en la parte media del cuerpo muscular y rodea de atrás hacia adelante al cóndilo medial del fémur.

C. Inserción inferior (véanse **figs. 65-38** y **65-39**): luego de rodear el cóndilo medial de la tibia, se inserta en la parte superior de su cara medial, contribuyendo con los **músculos sartorio** y **semitendinoso** a formar la **pata de ganso**.

Relaciones

Su **cara medial o superficial** está cubierta por la fascia lata y la piel en su mayor extensión. En la pata de ganso, donde está el músculo sartorio, se fusiona parcialmente con la fascia lata, forma el **1.er plano**, que cubre los tendones terminales del músculo grácil, adelante, y del músculo semitendinoso, atrás, los que constituyen el **2.º plano**. Debajo de este último, una bolsa sinovial se interpone entre él y la parte inferior del ligamento colateral tibial de la rodilla.

Su **cara lateral** o **profunda** se relaciona con el borde medial de los músculos aductores, el cóndilo medial del fémur y de la tibia, sobre la cual la bolsa sinovial mencionada los separa del ligamento colateral tibial.

Inervación y vascularización

Recibe un ramo del **nervio obturador** (L2, L3, L4) que lo penetra por su cara profunda, por encima de su parte media. Varias arterias provenientes de la arteria femoral o de la arteria circunfleja femoral medial irrigan el músculo.

Músculo pectíneo

Se extiende del hueso coxal al fémur.

Inserciones y constitución anatómica

A. Inserciones superiores (**figs. 65-26**, **65-27** y **65-29**):

- En la espina púbica.
- En el pecten del pubis [la cresta pectínea] y en el ligamento pectíneo que se encuentra por encima del pecten.
- En el labio anterior del surco obturador.
- En la cara profunda de la fascia que lo cubre.

B. Cuerpo muscular: los fascículos constitutivos del músculo le confieren un aspecto rectangular y robusto. Se dirige oblicuo de arriba hacia abajo, de medial a lateral y algo de adelante hacia atrás.

C. Inserción inferior: se realiza en la línea de trifurcación medial de la línea áspera, por debajo del trocánter menor, **línea pectínea** del fémur.

Inervación y vascularización

Está inervado por un **ramo muscular del nervio femoral** [nervio musculocutáneo interno] (L2, L3). Sus arterias provienen de la arteria de los músculos aductores, rama de la arteria femoral profunda.

Músculo aductor largo [aductor mediano]

Es el más anterior de los tres músculos aductores, situado en el mismo plano que el pectíneo y medial a este (**figs. 65-26**, **65-27** y **65-29**).

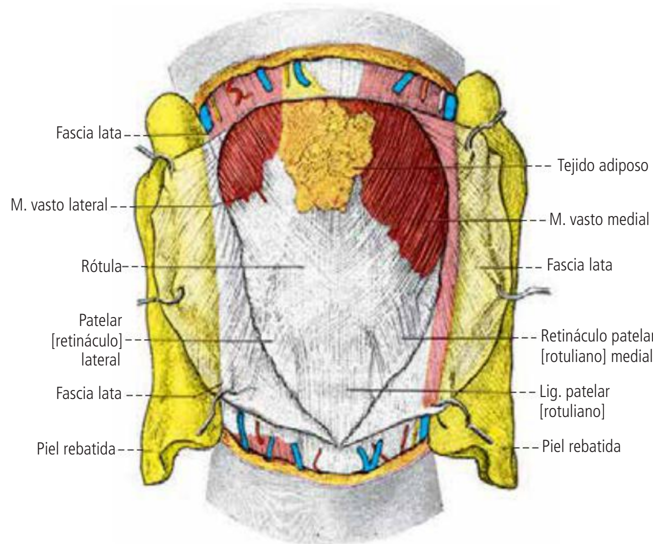


Fig. 65-25. Región patelar [rotuliana], plano subfascial. Inserción inferior del músculo cuádriceps.

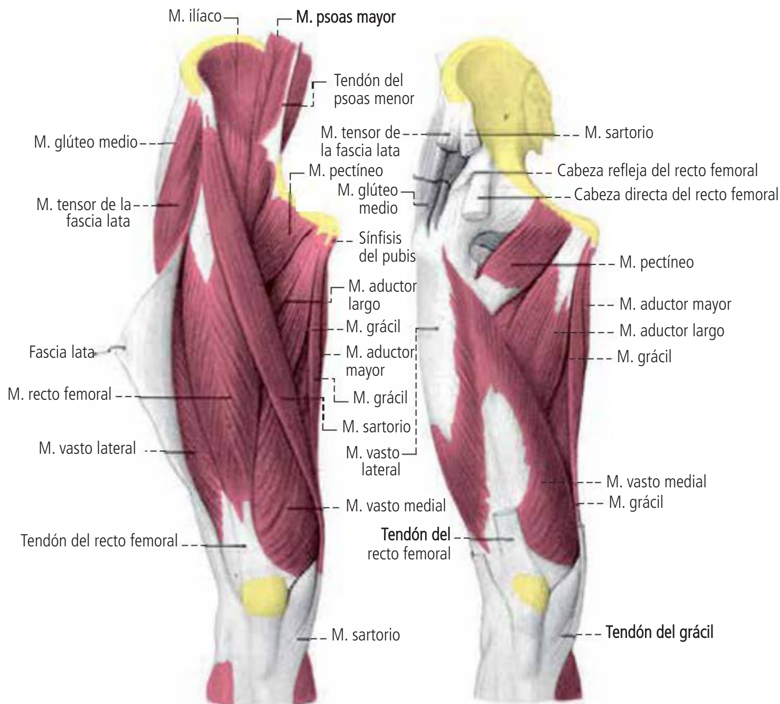


Fig. 65-26. Compartimentos femorales anterior y medial.

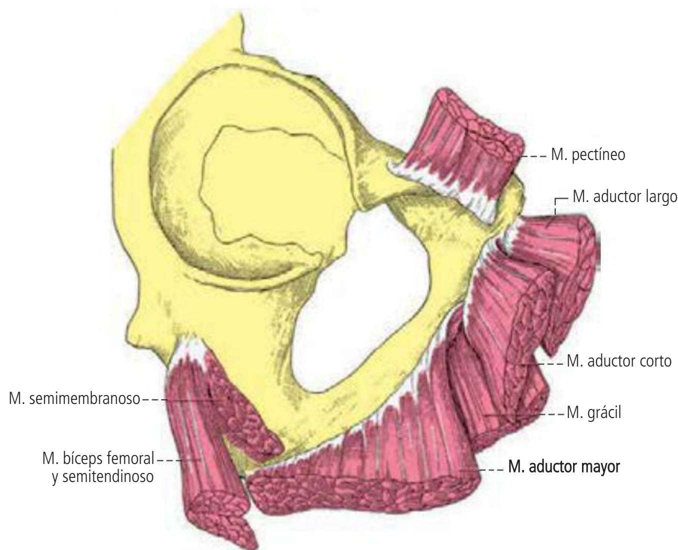


Fig. 65-27. Inserciones musculares en el isquion, en la rama isquiopubiana y en el pubis.

A. Inserciones superiores:

- En el ángulo del pubis entre la sínfisis y la espina del pubis.
- Medial al músculo pectíneo.
- Por arriba del aductor corto.

B. Cuerpo muscular: aplastado pero robusto, se dirige hacia abajo y en sentido lateroposterior. Se aplasta y se expande en abanico, adelgazándose cada vez más en la proximidad de sus inserciones femorales.

C. Inserción inferior: se hace en la porción media del intersticio de la **línea áspera**, por intermedio de una aponeurosis atravesada por los vasos perforantes inmediatamente por detrás del músculo vasto medial.

Músculo aductor corto [aductor menor]

Constituye el plano intermedio de la masa de los músculos aductores, situado por debajo y detrás del precedente y por delante del aductor mayor (**figs. 65-27** y **65-30**).

A. Inserciones superiores:

- En la cara anterior del cuerpo del pubis.
- En la rama descendente del pubis, entre el músculo obturador externo, lateralmente, y el músculo grácil, medialmente.

B. Cuerpo muscular: triangular y grueso, se divide en dos fascículos: superior e inferior.

C. Inserciones inferiores: el fascículo superior se inserta en la línea de trifurcación medial de la línea áspera; este fascículo, por sus inserciones superiores, es contiguo al músculo pectíneo; el fascículo inferior termina por una lámina tendinosa estrecha en la parte más alta del labio medial de la línea áspera.

Músculo aductor mayor

Este "tercer aductor" es el más voluminoso de los tres. Desciende desde el coxal hasta la diáfisis y la extremidad inferior del fémur (**figs. 65-27**, **65-30** y **65-31**).

Inserciones

A. Inserciones superiores:

- En los dos tercios inferiores de la rama isquiopubiana, por debajo de las inserciones del músculo obturador externo.
- En la cara lateral y parte inferior de la tuberosidad isquiática, donde se relaciona con la inserción de los músculos isquiotibiales.

B. Cuerpo muscular (**fig. 65-32**): las inserciones precedentes dan origen a una masa muscular ancha que se expande en un abanico triangular, con un vértice en el coxal y una base femoral que se extiende desde la línea lateral de la trifurcación, por encima de la línea áspera, hasta el tubérculo aductor por abajo. Se distinguen dos porciones:

- **Medial**, vertical, que desciende directamente desde la tuberosidad isquiática hasta el tubérculo aductor del cóndilo medial del fémur.
- **Lateral**, cuya parte superior está arrollada sobre sí misma y se irradia desde el hueso coxal hasta la diáfisis femoral, en toda la extensión de la línea áspera. El conjunto muscular es grueso, potente y voluminoso.

C. Inserciones inferiores (**fig. 65-33**):

- El **fascículo medial** se inserta por un tendón robusto en el **tubérculo del aductor**, situado en la parte superomedial del cóndilo medial del fémur.

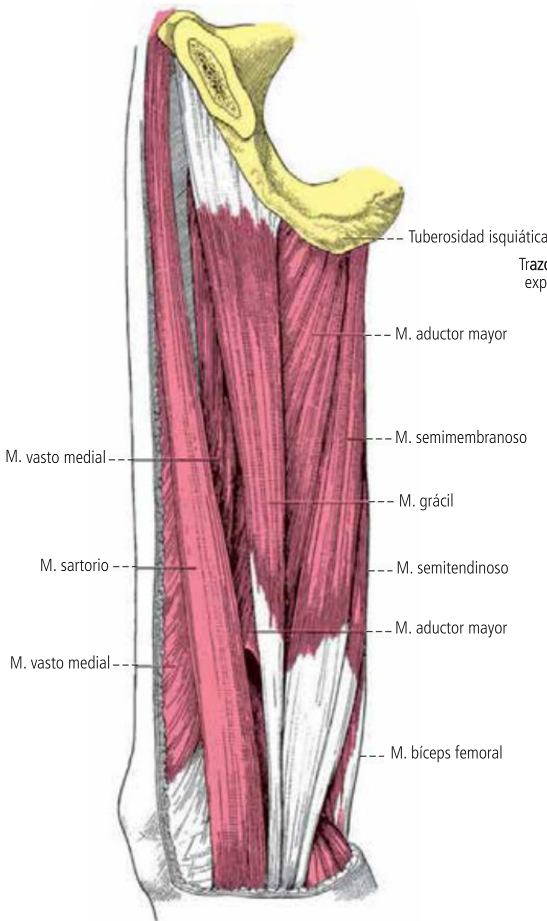


Fig. 65-28. Compartimento femoral medial.

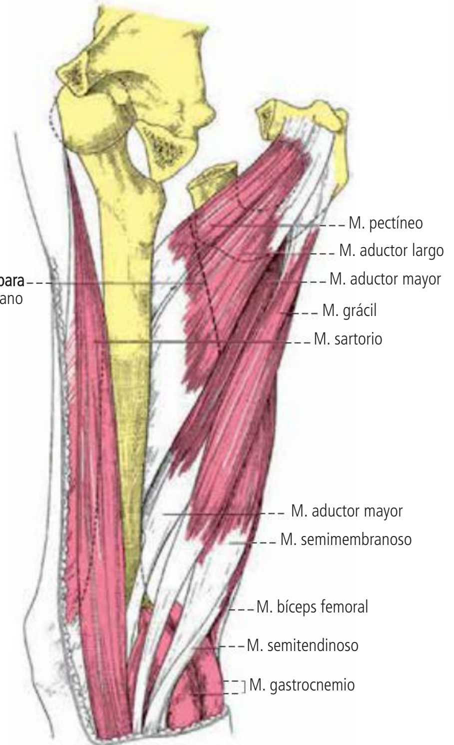


Fig. 65-29. Músculos aductores del muslo después de la sección de las ramas superior e inferior del pubis y de la rotación lateral de la cabeza del fémur.

- El **fascículo lateral** se inserta en toda la extensión de la línea áspera, en su línea lateral de trifurcación, en el intersticio que separa sus dos labios por fibras tendinosas cortas, dispuestas en **arcos** atravesados por vasos perforantes.

Entre las inserciones inferiores, en la línea áspera y el tendón inferior del fascículo medial, que se fija en el tubérculo del aductor, se encuentra un arco de mayor tamaño que las precedentes, que forma con el fémur el **hiato aductor** [anillo del 3.er aductor] por el cual pasan los vasos femorales a la región poplítea.

Relaciones de los músculos del compartimento femoral medial

Relaciones de los músculos entre sí

Aparte del músculo grácil, medial y superficial, los otros cuatro músculos forman tres planos sucesivos:

1. Un **plano anterior**, con el músculo pectíneo arriba y el músculo aductor largo abajo.
2. Un **plano medio**, formado por el músculo aductor corto.
3. Un **plano posterior**, con el músculo aductor mayor, que desciende más abajo que los otros.

El **ramo anterior del nervio obturador** pasa entre el 1.º y el 2.º plano. El **ramo posterior de este nervio** pasa entre el 2.º y el 3.er plano. La **arteria femoral profunda**, entre los músculos pectíneo y aductor largo, llega al plano profundo, sea por delante o por detrás del músculo aductor corto.

Relaciones a distancia

Son anteriores, posteriores y mediales.

A. Relaciones anteriores:

- **En toda la extensión** del triángulo femoral, de la región obturatriz y del muslo, los músculos aductores constituyen el lado medial y posterior del **trayecto de los vasos femorales**.
- **En el tercio superior**, los músculos pectíneo y aductor largo forman una pared del **trayecto de los vasos femorales**, frente a los músculos iliopsoas y sartorio, conducto

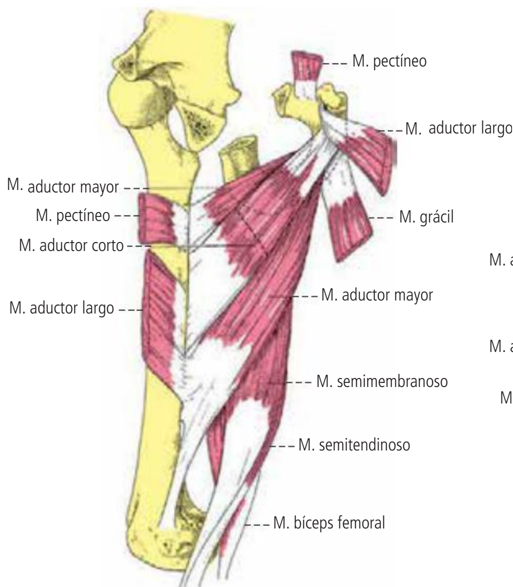


Fig. 65-30. Músculos aductores del muslo (2.º plano). El punteado indica el trazo de sección para exponer el 3.er plano.

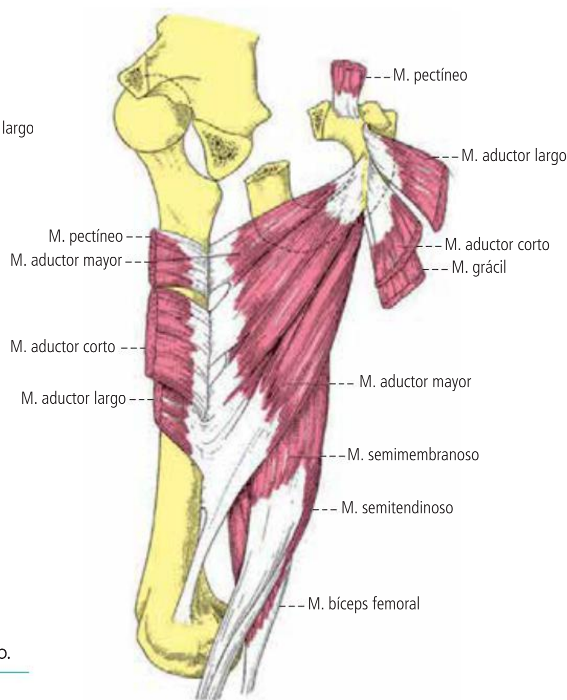


Fig. 65-31. Músculos aductores del muslo (3.er plano).

que contiene la arteria y la vena femoral. La arteria femoral profunda se origina a esta altura.

- **En la parte media**, el músculo aductor largo, entra en contacto con el músculo vasto medial. El **conducto de los vasos femorales** está cubierto por el músculo sartorio y contiene los **vasos femorales y el nervio safeno**.
- **En el tercio inferior**, el músculo aductor mayor está unido al músculo vasto medial por el tabique intermuscular vastoaductorio, que forma el **conducto aductor**; en este, los vasos se orientan hacia el **hiato aductor**, por el cual pasan a la **fosa poplítea**.

B. Relaciones posteriores: el **músculo aductor mayor** se relaciona con los músculos semitendinoso y semimembranoso por intermedio del tabique intermuscular medial. Sus arcos de inserción forman con el fémur forámenes osteofibrosos para el pasaje de las arterias perforantes. El borde superior del músculo sigue al borde inferior del músculo cuadrado femoral; entre ambos pasa la arteria circunfleja femoral medial.

C. Relaciones mediales: la masa de los músculos aductores es superficial. Se relaciona con el músculo grácil, la fascia, los planos subcutáneos, otros elementos superficiales y la piel. El tendón del músculo aductor mayor forma una cuerda que se percibe cuando el músculo se contrae.

Inervación de los aductores

Están inervados por ramos del **plexo lumbar**: L2, L3 y L4. El aductor largo está inervado por el nervio obturador y un ramo muscular del nervio femoral. El aductor corto recibe su inervación del nervio obturador. El aductor mayor, como el aductor largo, tiene doble inervación: arriba y adelante, filetes nerviosos del nervio obturador; abajo y atrás, un ramo común con el del músculo semimembranoso que proviene del **nervio ciático** (L5, S1).

Vascularización

Depende de la **arteria femoral profunda** por intermedio de la arteria circunfleja femoral medial para la parte superior de los músculos y por las arterias perforantes. Se describe además una **arteria de los aductores** originada en la arteria femoral profunda. Los músculos aductores reciben también ramas de la **arteria obturatriz**, arriba, y de la **arteria femoral**, abajo.

Acción

Para cada uno de estos músculos se reconoce:

- El **músculo grácil** es **flexor** de la pierna y la lleva algo medialmente. Es **aductor** del muslo, puesto que este sigue a la pierna en su traslación medial.
- Los **músculos pectíneo, aductores largo** y **corto** son **aductores** y **rotadores laterales**. También son flexores del muslo cuando su punto de apoyo está en el fémur; intervienen en la flexión de la pelvis sobre el muslo.
- El **músculo aductor mayor** es el **principal aductor**. Por sus fascículos superiores y medios es rotador lateral, por sus fascículos inferiores es rotador medial. En él se sintetizan la aducción y la rotación medial.

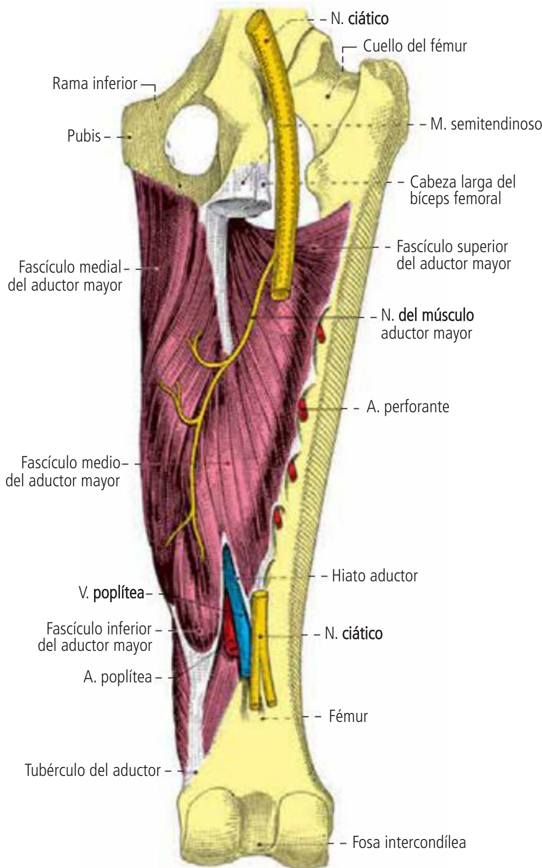


Fig. 65-32. Músculo aductor mayor visto por su cara posterior.

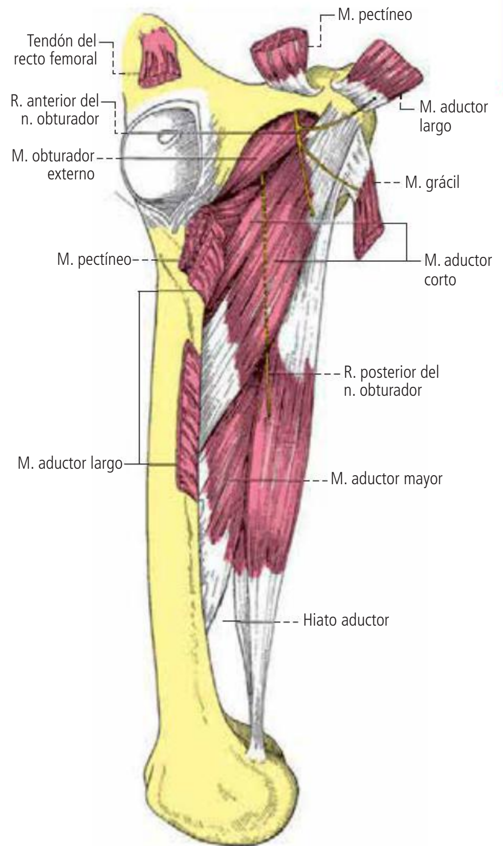


Fig. 65-33. Músculos aductores del muslo. Plano de los aductores corto y mayor en su lugar, con las relaciones del nervio obturador (la cabeza del fémur ha sido luxada en rotación lateral).

Cuando los músculos aductores se contraen de ambos lados, aplican fuertemente ambos muslos entre sí o contra un cuerpo interpuesto (equitación).

Músculos del compartimento femoral posterior

Estos músculos son flexores de la pierna sobre el muslo.

Músculo bíceps femoral

Se extiende desde el isquion y el fémur hasta la cabeza del peroné.

Inserciones y constitución anatómica

A. Inserción superior: es doble (**figs. 65-34** a **65-36**); una se realiza en el isquion (cabeza larga) y la otra en el fémur (cabeza corta):

– La **cabeza larga** se inserta en la parte superior y lateral de la tuberosidad isquiática, por un tendón común, con el músculo semitendinoso situado medial y lateral al ligamento sacrotuberoso, en el cual se fijan algunas de sus fibras.

– La **cabeza corta** se inserta en la parte inferior del labio lateral de la línea áspera y en el tabique intermuscular lateral.

B. Cuerpo muscular: el de la cabeza larga es grueso, alargado, y dirigido lateralmente y abajo; cruza en diagonal la cara posterior del muslo. El cuerpo muscular de la cabeza corta es aplastado, oblicuo hacia abajo y en sentido lateral. Ambas porciones se unen en el tercio inferior del muslo para terminar en un tendón común largo y cilíndrico que desciende en la parte posterolateral de la rodilla.

C. Inserciones inferiores (**fig. 65-37**):

– En el vértice de la cabeza de la fíbula [peroné], donde rodea y oculta al ligamento colateral fibular [peroneo] de la rodilla.

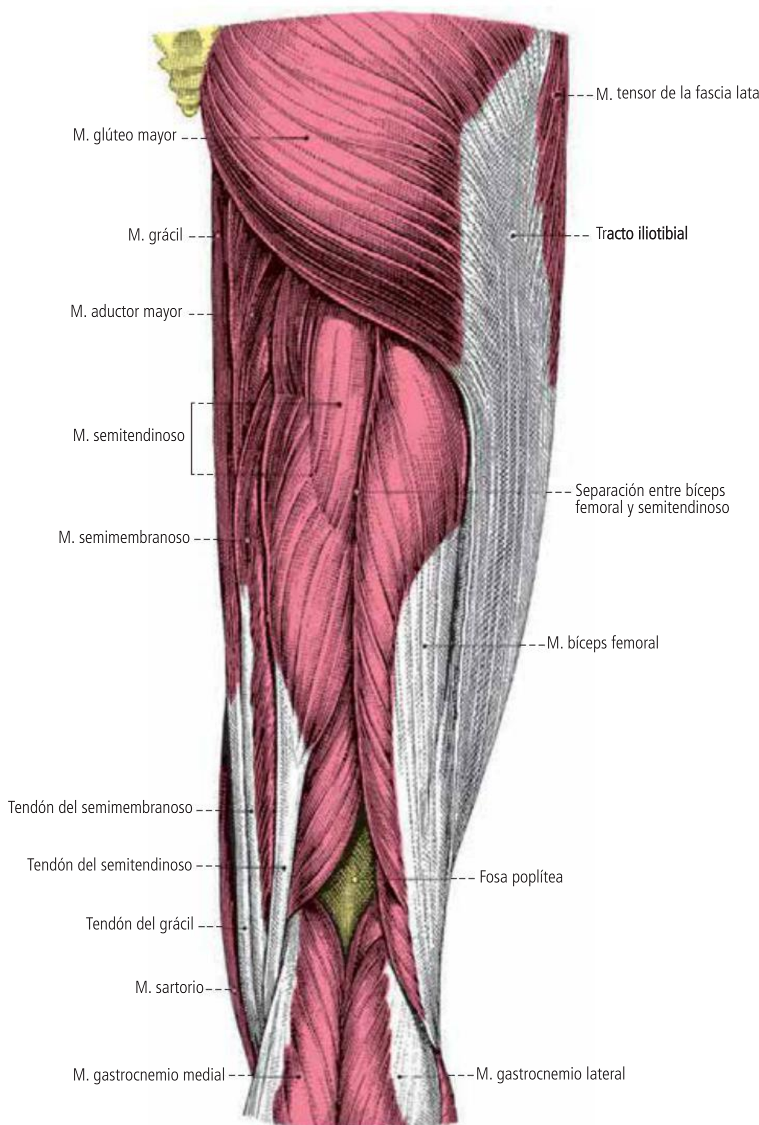


Fig. 65-34. Compartimento femoral posterior, plano superficial.

- Por dos expansiones: **superior** en el cóndilo lateral de la tibia e **inferior** en la fascia profunda de la pierna.
- De ello resulta que el músculo bíceps femoral se inserta en los dos huesos de la pierna y en la fascia profunda de la pierna.

Inervación y vascularización

Los nervios provienen del **nervio ciático** (L5, S1, S2, S3). El nervio de la cabeza larga aborda al músculo por el tercio medio de su cara anterior, el nervio de la cabeza corta llega al músculo por su tercio superior.

Las arterias, dispuestas en forma escalonada, provienen de las ramas perforantes de la arteria femoral profunda.

Músculo semitendinoso

Carnoso arriba, tendinoso abajo, de allí su nombre, se extiende desde el isquion hasta la tibia (**figs. 65-34** y **65-35**).

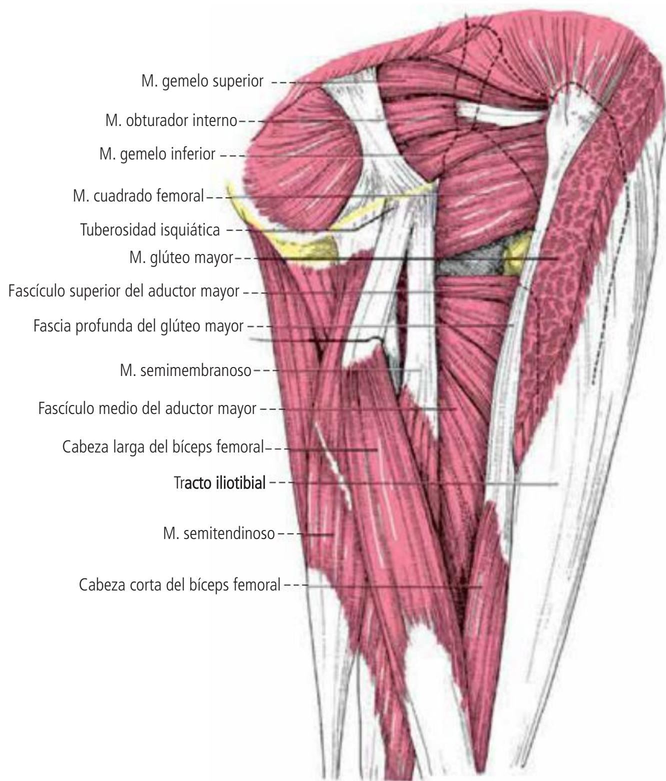


Fig. 65-35. Compartimento femoral posterior, tercio superior.

Inserciones y constitución anatómica

A. Inserción superior: en la cara posterior de la tuberosidad isquiática, por un tendón común con la cabeza larga del bíceps femoral.

B. Cuerpo muscular: superficial y vertical, situado en la cara posterior y medial del muslo, en la unión de su tercio superior con el tercio medio aparece una intersección tendinosa, oblicua abajo y lateralmente, que interrumpe los fascículos musculares. En la extremidad inferior del tercio medio aparece un tendón largo y redondeado que se continúa en la inserción inferior.

C. Inserción inferior: en la parte medial de la extremidad superior de la tibia, constituyendo, con los tendones de los músculos grácil y sartorio, el conjunto denominado **pata de ganso** (**figs. 65-38** y **65-39**).

Inervación y vascularización

El músculo semitendinoso recibe: un **nervio superior**, que puede ser común con el de la cabeza larga del bíceps femoral, que le llega al músculo por su tercio superior, y un **nervio inferior**, que le llega por su tercio inferior, ambos ramos colaterales del **nervio ciático** (S1, S2). Las arterias se originan de las **arterias circunflejas**, ramas de la femoral profunda.

Músculo semimembranoso

Se extiende desde el isquion hasta la tibia y la articulación de la rodilla (**figs. 65-34**, **65-36** y **65-39**). Su nombre se debe a que su tercio superior está constituido por una ancha membrana de inserción superior.

Inserciones y constitución anatómica

A. Inserción superior: se hace en la cara posterior de la tuberosidad isquiática por un tendón potente y ancho, entre el músculo cuadrado femoral que se encuentra en sentido lateral, y el músculo semitendinoso y la cabeza larga del bíceps femoral, que se insertan detrás de él, pero más superficiales.

B. Cuerpo muscular: su tendón de inserción se continúa hacia abajo por una lámina aponeurótica ancha, de la que se originan fascículos musculares por su cara anterior y por su borde inferior, oblicuo abajo y lateralmente, lo cual le confiere al músculo su aspecto semimembranoso. El cuerpo muscular desciende verticalmente formando un músculo voluminoso, cuyo tendón terminal aparece en el tercio inferior del muslo.

C. Inserción inferior (**fig. 65-40**): el tendón terminal ocupa el lado medial del cuerpo muscular, pasa por detrás del cóndilo medial y a nivel de la interlínea articular se divide en:

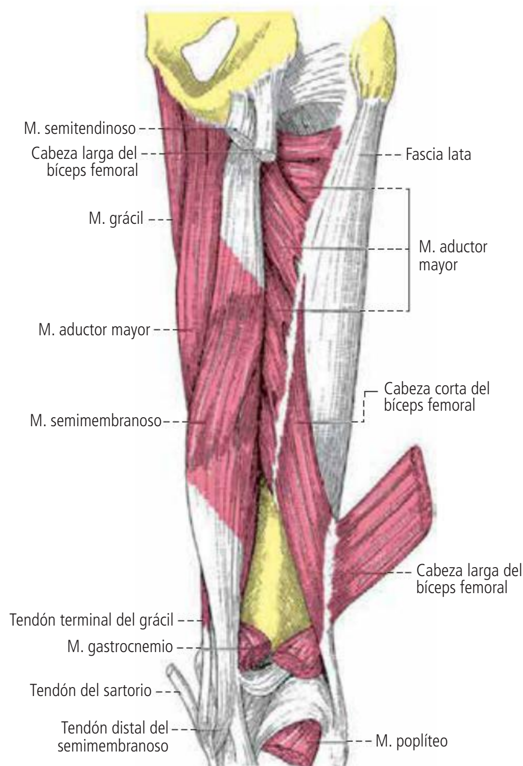


Fig. 65-36. Compartimento femoral posterior, plano profundo.

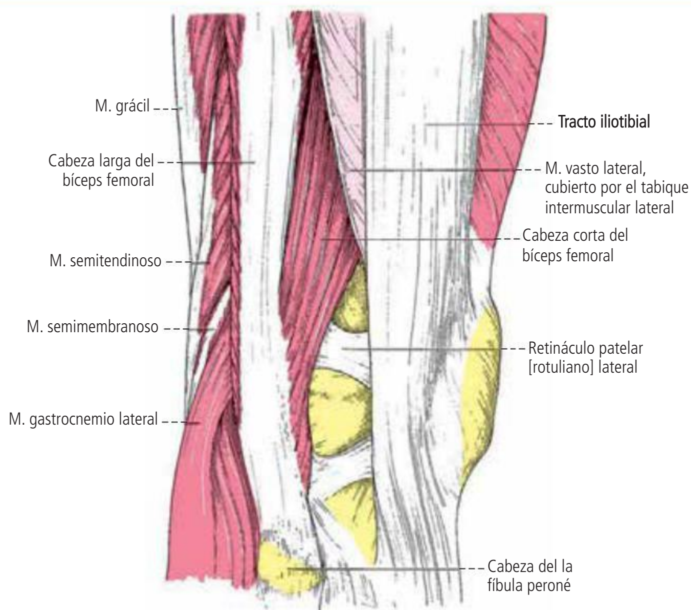


Fig. 65-37. Inserciones inferiores del bíceps femoral y del tensor de la fascia lata.

- Un **tendón directo**, vertical hacia abajo, que se fija en la parte posterior del cóndilo medial de la tibia.
- Un **tendón reflejo**, anterior y horizontal, que pasa debajo del ligamento colateral tibial de la rodilla, en el canal infraglenoideo, rodeado de una bolsa sinovial, y se inserta en la tibia, adelante y medialmente.
- Un **tendón recurrente**, que cubre la cápsula articular de la rodilla, el **ligamento poplíteo oblicuo**, se dirige arriba y lateralmente y se inserta en la cápsula fibrosa que cubre al cóndilo lateral y en parte en el fémur entre los dos cóndilos.

Inervación y vascularización

Existe un ramo colateral, a veces dos, originado en el **nervio ciático** (L5, S1, S2). Varias arterias, provenientes de las **ramas perforantes** de la arteria femoral profunda, irrigan el músculo.

Relaciones de los músculos del compartimento femoral posterior

Relaciones de los músculos entre sí

En la parte superior, el bíceps femoral está situado lateralmente, el semitendinoso superficial al semimembranoso, que está por delante del precedente. En la parte inferior del muslo, sus tendones se separan: el bíceps se dirige lateralmente detrás del cóndilo lateral, el semitendinoso y el semimembranoso, situados medialmente, descienden por detrás del cóndilo medial. Delimita]así los bordes superolateral y superomedial de la **fosa poplítea** (véase **fig. 65-34**).

Relaciones del conjunto muscular

- **Atrás:** arriba están cubiertos por el borde inferior del músculo glúteo mayor; por debajo de este los cubren la fascia lata y los elementos superficiales.
- **Adelante:** se encuentra lateralmente el tabique intermuscular que los separa del músculo vasto lateral. En la parte media está situado el plano profundo, con el nervio ciático y las ramas perforantes de la arteria femoral profunda. Medialmente se encuentra el tabique intermuscular que separa al semimembranoso del aductor mayor.
- **En la fosa poplítea:** el **bíceps femoral** es seguido en su borde medial por el **nervio fibular [peroneo] común**. El **semimembranoso**, por su borde lateral, se aleja del nervio tibial que sigue el eje de la fosa poplítea. El **semitendinoso** es más superficial y medial.

Acción de estos músculos

Los músculos semitendinoso, semimembranoso y bíceps femoral actúan flexionando la pierna sobre el muslo y extendiendo el muslo sobre la pelvis. El semitendinoso y el bíceps femoral determinan la rotación del muslo, el semitendinoso, de lateral a medial, y el bíceps, de medial a lateral.

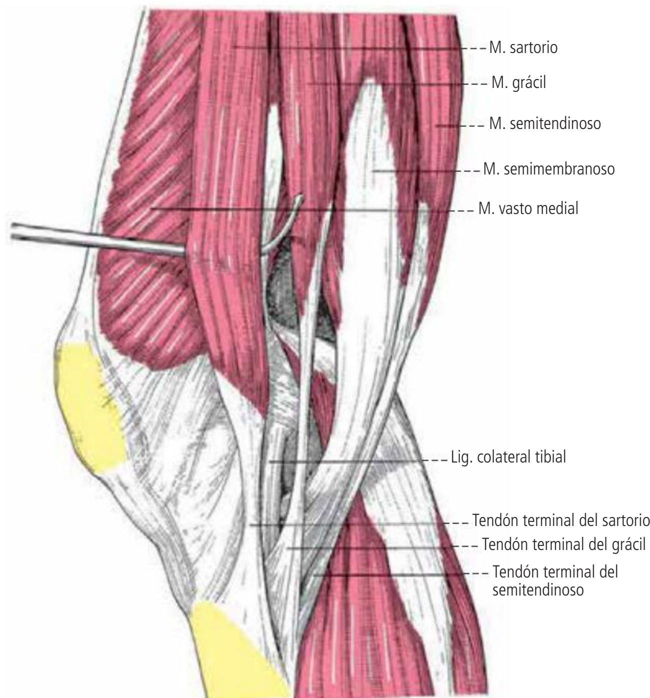


Fig. 65-38. Relaciones de los tendones de la cara medial de la rodilla.

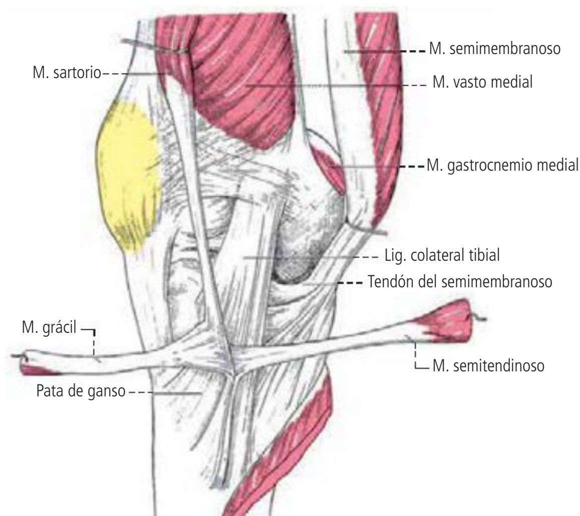


Fig. 65-39. Tendones de la pata de ganso, vista anteromedial.

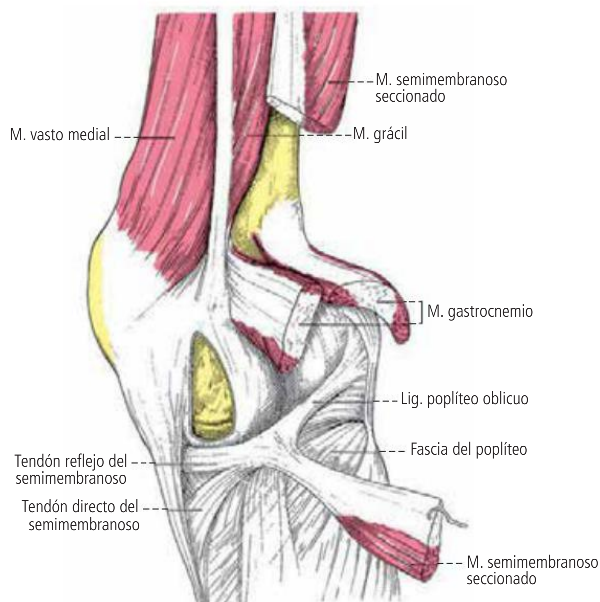


Fig. 65-40. Inserciones distales del músculo semimembranoso.

Son **flexores** de la pierna y **extensores** del muslo. Estos tres músculos intervienen en forma activa en la marcha (véase **Marcha**).

FASCIA LATA [APONEUROSIS FEMORAL]

Fascia

Forma una vaina que envuelve (**fig. 65-41**) al muslo a modo de cilindro. El máximo de espesor se observa en la parte lateral, **tracto iliotibial**, al que algunos denominan **fascia lata**, nombre que por extensión se dio a la **fascia femoral**.

Existen dos músculos contenidos en un desdoblamiento de la fascia lata, lateralmente el **tensor de la fascia lata** y hacia abajo y medialmente, cruzando en diagonal al muslo, el **sartorio**.

- **Extremo superior:** arriba y atrás se continúa con la fascia de la región glútea; adelante y arriba se fija en el ligamento inguinal, el cuerpo del pubis y la rama isquiopubiana.
- **Extremo inferior:** del lado de la rodilla se inserta en el cóndilo medial y lateral de la tibia y en la fíbula [peroné], y algunas fibras se continúan sin línea de demarcación con la fascia de la pierna.

La fascia lata es muy sensible al dolor (contusiones). Está constituida por fibras longitudinales y circulares que la hacen muy poco extensible.

Tabiques intermusculares

La fascia lata emite por su cara profunda dos **tabiques intermusculares** más resistentes abajo que arriba:

- **Tabique intermuscular femoral medial:** se dirige en sentido lateral para insertarse en la línea rugosa que une el trocánter menor con la línea áspera, en el labio medial de la línea áspera, en la línea de bifurcación medial y en el tubérculo del aductor.
- **Tabique intermuscular femoral lateral:** se inserta en la línea que une el trocánter mayor a la línea áspera, en el labio lateral de la línea áspera y en su rama de bifurcación lateral hasta el cóndilo lateral.

Trayecto de los vasos femorales

La parte anterior y superior de la **fascia lata** en el **triángulo femoral** [triángulo de Scarpa] presenta una disposición particular: después de haberse desdoblado para contener al músculo sartorio, la fascia lata pasa por delante de los vasos femorales y llega al músculo aductor largo, es la **fascia cribiforme**.

Los **vasos femorales** llegan al muslo a través de la laguna vascular, que está limitada: **adelante**, por la parte media del **ligamento inguinal**; **lateralmente**, por el **arco iliopectíneo**; **medialmente**, por el **ligamento lacunar**, y por **detrás**, por el **ligamento pectíneo**.

A lo largo de su trayecto por el muslo, los vasos femorales están envueltos por estructuras de tejido conectivo, desde su pasaje por la laguna vascular hasta el hiato aductor. En este trayecto se destacan dos partes:

A. Superior, en el **triángulo femoral** (**figs. 65-42** y **65-43**).
En esta región se distinguen:

- **Pared anterior**; formada por la **fascia cribiforme**, porción de la fascia lata que presenta numerosos forámenes para el pasaje de elementos. El más importante de estos es el que da paso al arco de la **vena safena magna**: el **hiato safeno** [fosa oval].

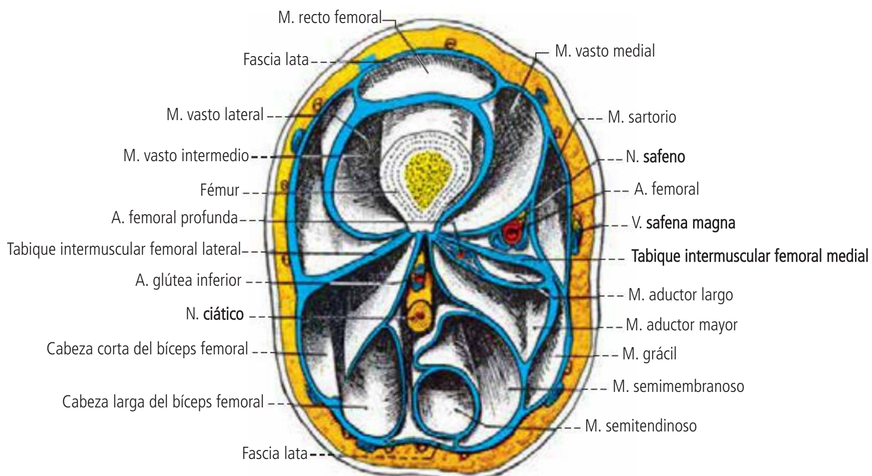


Fig. 65-41. Corte horizontal del muslo derecho en la parte media. Se han extirpado los músculos; se observan los lugares (compartimentos) que ocupaban estos (segmento superior del corte).

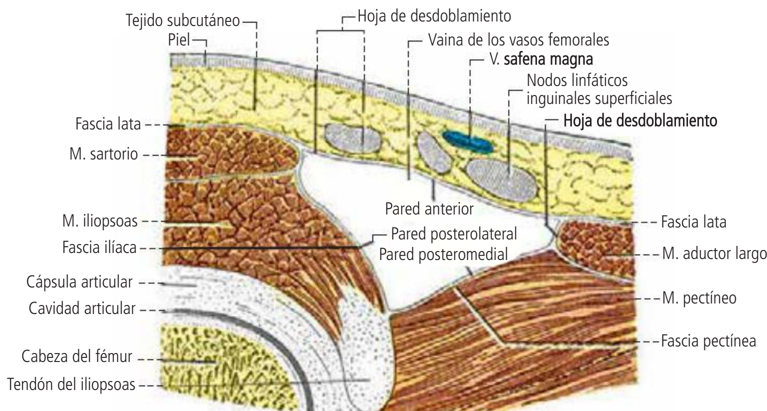


Fig. 65-42. Triángulo (canal) femoral sin su contenido, visto en un corte transversal del muslo distal al ligamento inguinal (segmento superior del corte).

- **Pared posterolateral**; está formada por la fascia de revestimiento del músculo iliopsoas: **fascia iliopsoas** (fascia ilíaca), que a este nivel, en su sector más lateral, se fusiona con la hoja profunda de la fascia del músculo sartorio, dependencia de la fascia lata.
- **Pared posteromedial**; está constituida por la **fascia pectínea**, que en su extremo más medial se fusiona con la fascia del aductor largo. Las fascias de revestimiento del músculo pectíneo y del iliopsoas se continúan en el ángulo diedro formado entre ambos músculos, ubicado en la pared posterior del triángulo femoral (fosa iliopectínea).
- **Extremo superior**; lo constituye la **laguna vascular** [anillo crural] que ya se ha descrito. Entre la pared medial de la vena femoral y el borde libre del ligamento lacunar se encuentra el anillo femoral, cerrado por el **tabique femoral** [septum crural]. Este es una dependencia de la **fascia transversalis**. La fascia no se detiene a nivel del ligamento inguinal, sino que desciende por detrás de él y por delante de los vasos femorales y su envoltura de tejido conectivo, en la que se pierde a unos 3 cm por debajo del ligamento inguinal, constituyendo para los vasos una vaina sobreagregada: la **vaina femoral**, que se describe más adelante.
- **Extremo inferior**; corresponde al ángulo formado por el músculo sartorio y el aductor largo, por debajo de la desembocadura de la vena safena magna en la vena femoral.

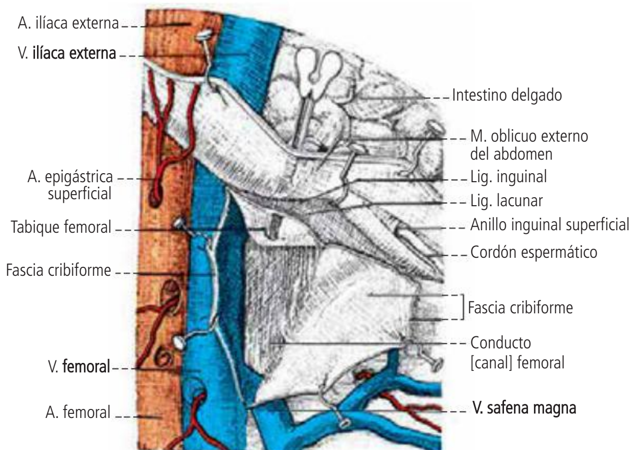


Fig. 65-43. Conducto (canal) femoral, lado derecho. Se han extirpado los planos superficiales del triángulo femoral y la pared abdominal ha sido resecada; se ha conservado el ligamento inguinal. La fascia cribiforme se ha incidido y rebatido en sentido medial.

La vaina femoral es una **estructura de tejido conectivo** que envuelve los vasos femorales y facilita su deslizamiento por detrás del ligamento inguinal en los movimientos de flexión y extensión de la cadera. Se ubica en el **sector proximal del triángulo femoral**, extendiéndose desde la laguna vascular hasta el nivel de la desembocadura de la vena safena magna en la vena femoral. Por delante está constituida por una dependencia de la **fascia transversalis**, que desciende hacia el muslo pasando profundo al ligamento inguinal. Por detrás queda limitada por la **fascia pectínea**. El extremo inferior de la vaina femoral se adhiere a la adventicia de los vasos femorales. Dentro de la vaina femoral, de lateral hacia medial, se ubican: la **arteria femoral**, la **vena femoral** y el **conducto femoral**; este último contiene elementos linfáticos y tejido adiposo.

B. Inferior, en el **conducto aductor** (**figs. 65-43** y **65-44**). Al corte transversal este conducto presenta tres lados. Se lo divide en un sector proximal y uno distal. El límite entre ellos corresponde a la proyección del borde lateral del músculo sartorio en su cruce con los vasos femorales.
El **sector proximal** del conducto aductor está limitado por:

- El **músculo aductor largo** hacia medial.
- La **fascia de revestimiento** que tapiza la cara profunda del músculo sartorio hacia anterior.
- El **músculo vasto medial del cuádriceps** hacia lateral.

El **sector distal** del conducto aductor [conducto de Hunter] está limitado por:

- La porción más distal del **músculo aductor mayor** y su tendón como límite posteromedial.
- Una lámina de fibras arqueadas dispuestas entre el músculo vasto medial y el aductor mayor: el **tabique intermuscular vastoaductorio**, como límite anteromedial. Este tabique se encuentra perforado por la arteria descendente de la rodilla y el nervio safeno.
- El **músculo vasto medial del cuádriceps** hacia lateral.

El extremo inferior del conducto aductor es el **hiato aductor**. El **conducto aductor** tiene una longitud aproximada de 4 traveses de dedo. Establece una comunicación entre la región anterior del muslo y la fosa poplítea, por detrás de la rodilla.

MOVIMIENTOS DE LA RODILLA

Mecanismo osteoarticular

Los movimientos fundamentales de la rodilla son la flexión y la extensión.

La **flexión** acerca las caras posteriores de la pierna y del muslo. La **extensión** sitúa la pierna en la prolongación del muslo. De la extensión a la flexión completa, el movimiento tiene una amplitud de 140 a 160 grados.

Los movimientos de rotación son limitados y los movimientos de lateralidad, prácticamente son inexistentes en el estado normal.

Flexión y extensión

Se efectúan alrededor de un eje transversal que pasa por los dos cóndilos femorales a la altura de las inserciones de los ligamentos colaterales tibial, fibular [peroneo] y cruzados (**fig. 65-45**). Los cóndilos **ruedan** sobre la superficie tibiomeniscal, pero su forma es tal que el eje de rotación se desplaza de adelante hacia atrás durante la flexión. A la **rotación** se asocia, pues, un **deslizamiento** de los cóndilos de adelante hacia atrás. La **flexión** está asociada con una **rotación medial de la tibia**. La **extensión**, con una **rotación lateral**. La **patela** [**rótula**] desciende con la tibia durante la flexión y se levanta delante de los cóndilos femorales durante la

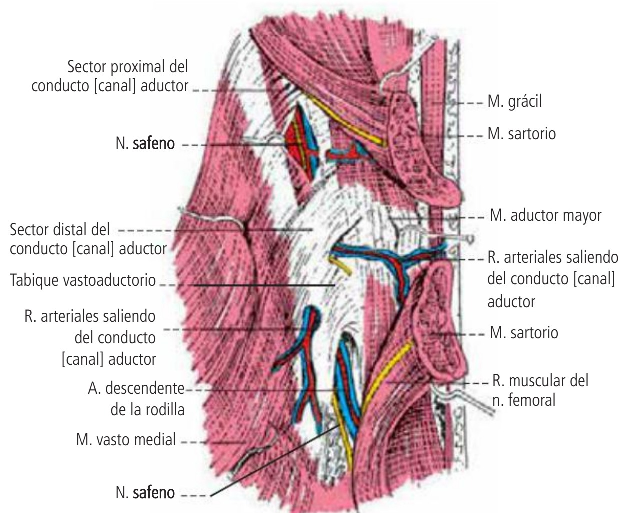


Fig. 65-44. Conducto (canal) aductor. Lado derecho.

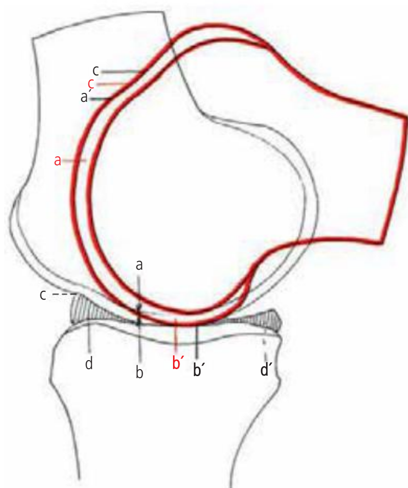


Fig. 65-45. Corte sagital del cóndilo medial del fémur y de la tibia. Movimientos del fémur en la flexión y en la extensión (el trazo negro indica el fémur en extensión; el trazo rojo, el fémur en flexión): a b, dos puntos por los cuales el fémur y la tibia entran en contacto en la flexión; a′ b′, en extensión, las nuevas posiciones de los puntos precitados en la extensión; c, impresión condilotroclear; d d′, menisco.

extensión. Cuando el muslo está fijo, el talón se acerca o se aleja de la cara posterior del muslo. Cuando la pierna está fija, son la pelvis y el tronco los que se acercan al suelo (acción de agacharse sobre el suelo hasta acercar el isquion al talón).

Rotación

El movimiento de rotación de la pierna acompaña a la flexión y a la extensión y es casi nulo cuando la pierna está en extensión. Su eje vertical pasa por el tubérculo intercondíleo medial. Cuando la rodilla está flexionada la rotación lateral puede alcanzar a 35° y la rotación medial a 10°.

Acción de los meniscos

Solidarios con la tibia, siguen el juego de los movimientos de los cóndilos femorales durante la extensión, **se desplazan hacia atrás en la flexión** y **hacia adelante en la extensión** (**fig. 65-46**). Al mismo tiempo se deforman para adaptarse a las modificaciones de la curvatura de los cóndilos. Es así como el cuerno posterior del menisco medial se aplica estrechamente sobre el cóndilo medial en la flexión forzada. En el curso de la rotación lateral, el menisco medial se desplaza hacia atrás; el menisco lateral, hacia adelante. El desplazamiento inverso acompaña a la rotación medial. Estos movimientos de los meniscos están limitados por su adherencia a la cápsula. Obedecen, sin embargo, a acciones musculares (cuádriceps adelante, poplíteo atrás).

Acción de los ligamentos colaterales

Se ponen tensos en la extensión y contribuyen a restringir este movimiento, pero este se halla limitado por la tensión del **ligamento posterior** y **por los ligamentos cruzados**, que sufren tensiones diferentes: el **ligamento cruzado anterior** se pone tenso durante la **extensión**, se distiende en la flexión ligera y se vuelve a tensar en la hiperflexión. El **ligamento cruzado posterior** está tenso en la **flexión** completa, se distiende en la semiflexión y se tensa nuevamente en la extensión completa. En la posición de semiflexión los ligamentos cruzados están más distendidos.

La **estabilidad de la rodilla**, debido a la ausencia de contención de las superficies articulares, está asegurada por los ligamentos colaterales y cruzados. A estos se agrega el soporte

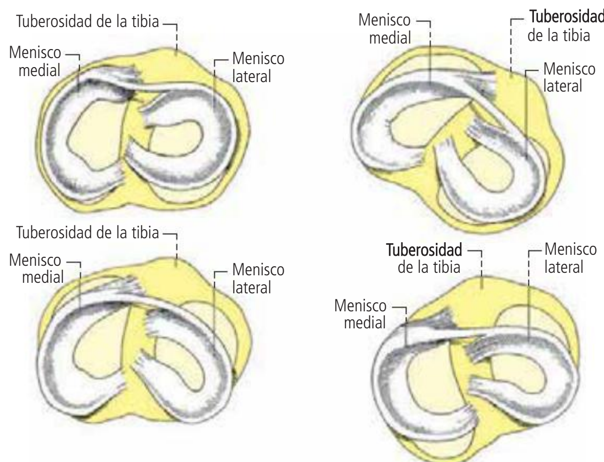


Fig. 65-46. Desplazamiento de los meniscos en los movimientos de la rodilla derecha (según Baumgartl). A la izquierda: arriba, extensión completa; abajo, flexión. A la derecha: arriba, rotación lateral de la pierna; abajo, rotación medial de la pierna.

formado por la parte lateral de los meniscos y por los músculos periarticulares, verdaderos ligamentos activos.

Esta estabilidad está comprometida en las lesiones ligamentosas de origen traumático (esguinces por torsión de la rodilla) que pueden, en caso de rotura del ligamento colateral tibial, producir graves inestabilidades articulares. Además, los meniscos, en especial el **menisco medial**, se pueden desgarrar o desinsertar en las torsiones forzadas de la rodilla. Todas estas lesiones exigen reparación quirúrgica.

Acción de los músculos

Músculos flexores

Están en el **compartimento femoral posterior**. El bíceps femoral y el semimembranoso son los más potentes. Los músculos de la pata de ganso, el poplíteo, el gastrocnemio y el plantar, son flexores accesorios.

Músculo extensor

Situado en el **compartimento femoral anterior**. Es el músculo cuádriceps. La integridad de las relaciones con el fémur es indispensable para la libertad de los movimientos de la rodilla (rigideces de origen muscular).

Músculos rotadores

Medialmente, son los músculos semimembranoso y poplíteo, y los de la pata de ganso.

Lateralmente, es el bíceps femoral.

La **flexión** de la pierna depende del **nervio ciático** y la **extensión**, del **nervio femoral**.

FORMAS EXTERIORES DEL MUSLO

El muslo está situado entre la cadera y la rodilla. Su forma depende de la cantidad de tejido adiposo y el grado de desarrollo muscular del individuo. Presenta tres grupos musculares: anterior, medial y posterior, más notorios cuanto mayor es el grado de desarrollo muscular. Los relieves óseos perceptibles en el muslo están situados a nivel de sus extremidades (véase **Cadera** y **Rodilla**).

Masa muscular anterior

Está constituida por el músculo cuádriceps. El músculo **recto femoral** forma una saliente longitudinal alargada, aplastada arriba y abajo, en la vecindad de la patela [rótula]. El músculo **vasto lateral** está separado del recto femoral por un surco poco marcado. Hace un relieve visible extendido desde el trocánter mayor hasta la rodilla. Un surco lateral lo separa, atrás, del bíceps femoral. El músculo **vasto medial** forma una saliente ovoide medial a la mitad de la patela [rótula]. El músculo **sartorio** puede evidenciarse cruzando la pierna sobre la rodilla opuesta y colocando el muslo en rotación lateral.

Masa muscular medial

Está constituida por los **músculos aductores**. El tendón del **aductor mayor** forma una verdadera cuerda, visible y palpable en el tercio inferior del muslo por encima del cóndilo medial.

Masa muscular posterior

Está constituida por relieves longitudinales que corresponden a los **músculos femorales posteriores** (isquiotibiales). En el tercio inferior, prolongando la parte alta de la fosa poplítea, un surco separa la masa del músculo bíceps femoral, lateralmente, de las del semitendinoso y del semimembranoso, medialmente.

El tejido adiposo, cuando se acumula en el muslo, invade sobre todo las caras medial y posterior.

A veces existen várices a lo largo del territorio de la vena safena magna hacia medial. Esta, en estado normal, rara vez es visible.

Véanse **Casos clínicos:** *Rotura del ligamento cruzado anterior de la rodilla y Rotura de menisco medial*

66 Articulaciones y músculos de la pierna y el pie

ARTICULACIONES TIBIOFIBULARES

Los dos huesos de la pierna están articulados entre sí arriba y abajo. Además, están unidos en su parte media por la membrana interósea de la pierna.

Articulación tibiofibular

Corresponde al género de las sinoviales planas.

Superficies articulares

La superficie **tibial** es plana, casi redondeada, situada atrás y lateralmente a la tuberosidad lateral del hueso, orientada hacia abajo, atrás y en sentido lateral. La superficie **fibular [peronea]** situada medialmente y por debajo del vértice de la cabeza de la fíbula [peroné] es plana, orientada arriba, adelante y en sentido medial.

Ambas superficies articulares están tapizadas por cartílago hialino.

Medios de unión

La **cápsula**, fijada al contorno de las superficies articulares, está reforzada por **dos ligamentos** (**figs. 66-1** y **66-2**):

- **Anterior**, resistente, está formado por fascículos fibrosos dirigidos de arriba hacia abajo y de medial a lateral, que se insertan delante de la cara articular tibial y se dirigen a la cabeza de la fíbula [peroné], donde se insertan.
- **Posterior**, más débil, se extiende desde la cara posterior de la tibia hasta la cabeza de la fíbula [peroné].

Membrana sinovial: tapiza la cara interior o profunda de la cápsula, extendida desde el contorno de la superficie tibial hasta el perímetro de la superficie fibular [peronea]. Rara vez comunica con la sinovial de la rodilla.

Relaciones

Es superficial **adelante y lateralmente**; se relaciona con la extremidad superior del músculo extensor largo de los dedos;

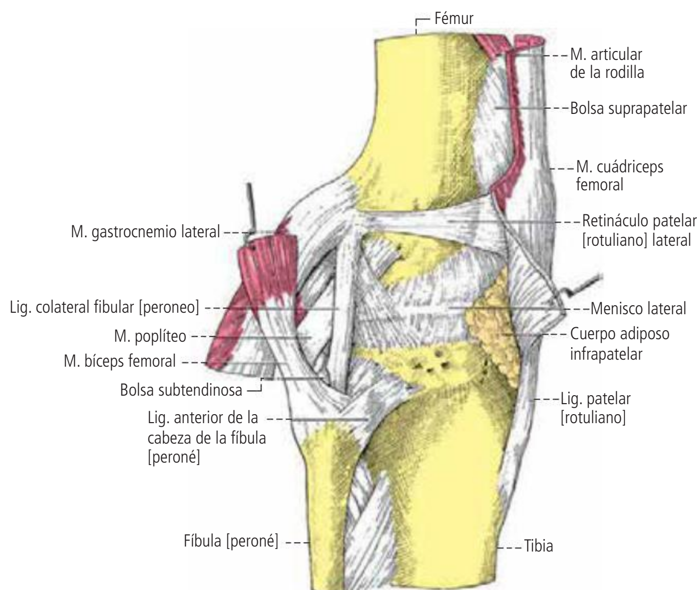


Fig. 66-1. Articulaciones de la rodilla y tibiofibular derechas, vista lateral.

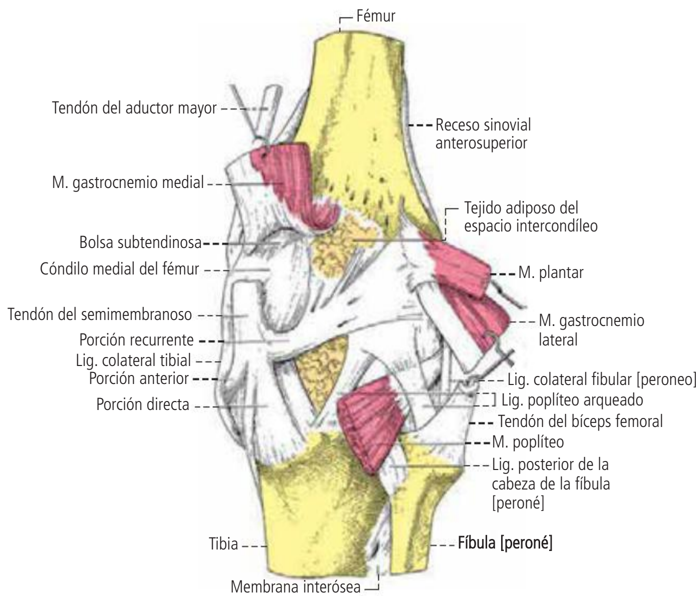


Fig. 66-2. Articulaciones de la rodilla y tibiofibular derecha, vista posterior.

profunda **atrás y medialmente**, se relaciona con los músculos poplíteo y sóleo cubiertos por la cabeza lateral del músculo gastrocnemio; **lateralmente**, con el músculo bíceps femoral y el músculo fibular [peroneo] largo y con el nervio fibular [peroneo] común, que contornea de atrás hacia adelante el cuello de la fíbula [peroné] y se divide en su cara lateral en sus ramos terminales.

Arterias y nervios

Las **arterias** provienen de la arteria recurrente tibial anterior. Los **nervios** proceden del nervio fibular [peroneo] común.

Movimientos

Son sencillos, poco aparentes, de deslizamiento difícil de apreciar. En la **articulación tibiofibular** pueden repercutir los traumatismos de la **sindesmosis tibiofibular** y en los traumatismos del maléolo lateral hay posibilidades de luxación de la primera.

Sindesmosis tibioperonea

Es una articulación fibrosa de tipo **sindesmosis**, que se ubica en los extremos distales de los huesos de la pierna.

Superficies articulares

La superficie **tibial** es vertical, cóncava de adelante hacia atrás, triangular, orientada en sentido lateroposterior. Su vértice está orientado hacia arriba. La superficie fibular [peronea], en la cara medial del maléolo lateral, es semejante pero está configurada en sentido inverso. El revestimiento cartilaginoso suele faltar, las superficies están cubiertas por periostio, más grueso en la tibia.

Medios de unión

La cápsula fijada al contorno de las superficies articulares está reforzada por (véanse **figs. 66-5** y **66-7**):

- Un **ligamento tibiofibular anterior**, muy potente, cuyas fibras se insertan por delante de la superficie articular de la tibia y se dirigen a la parte anterior del maléolo fibular [peroneo], oblicuas abajo y lateralmente.
- Un **ligamento tibiofibular posterior**, también muy robusto, que transcurre desde el borde posterior de la cara tibial hasta la parte posterior del maléolo fibular [peroneo]; sus fibras inferiores forman a menudo un fascículo independiente, corto y horizontal, que se extiende desde el borde posterior de la superficie tibial hasta el segmento correspondiente de la superficie de la fíbula [peroné], por encima de la inserción fibular [peronea] del ligamento talofibular.
- Un **ligamento interóseo**, entre ambos huesos, situado en la parte superior de la articulación, formado por fascículos cortos y resistentes, oblicuos de la fíbula [peroné] a la tibia. Estos fascículos se continúan hacia arriba por la membrana interósea de la pierna.

Membrana sinovial

Es una prolongación de la **membrana sinovial talocrural**, la cual forma un receso que se insinúa entre ambos huesos. Anexa a ella se encuentra una franja adiposa que llena los intersticios óseos.

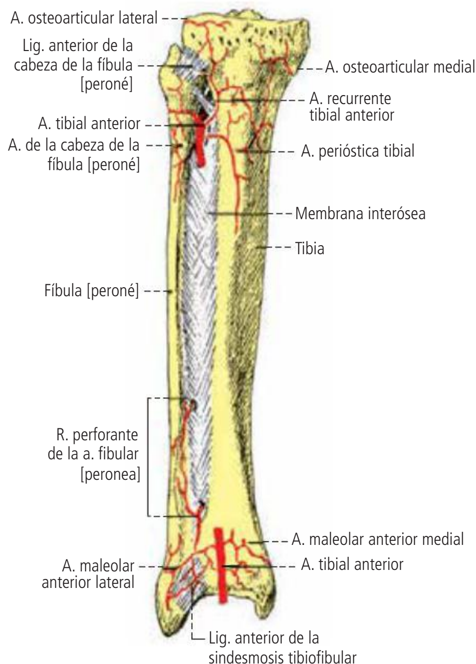


Fig. 66-3. **Membrana interósea de la pierna vista por su cara anterior.**

Relaciones

La articulación es superficial:

- En **la parte anterior**, se relaciona con el músculo extensor largo de los dedos del pie y con el músculo tercer fibular [peroneo].
- En **la parte posterior**, corresponde al canal retromaleolar lateral, al pasaje de los tendones fibulares [peroneos] largo y corto y, de un modo mediato, a la vena safena menor y al nervio safeno, que rodean al maléolo en un plano superficial.

Arterias y nervios

Las **arterias** derivan de las tibiales anterior y posterior, fibular y sus ramas maleolares laterales.

Los **nervios** proceden del nervio fibular [peroneo] profundo y del nervio cutáneo sural lateral.

Movimientos

La tensión de los ligamentos impide todo desplazamiento transversal, pero la fíbula [peroné] puede deslizarse en sentido vertical contra la tibia y elevarse en el curso de los movimientos de flexión dorsal del pie, lo cual le permite adaptarse al aumento de extensión del talus [astrágalo] en su parte anterior (Le Coeur).

Membrana interósea de la pierna

Es una membrana fibrosa, constituida por fibras tibiofibulares dirigidas hacia abajo y lateralmente (**fig. 66-3**). Se inserta en el borde lateral de la tibia y medialmente, en el borde interóseo de la fíbula [peroné]. Su borde superior no llega a la articulación

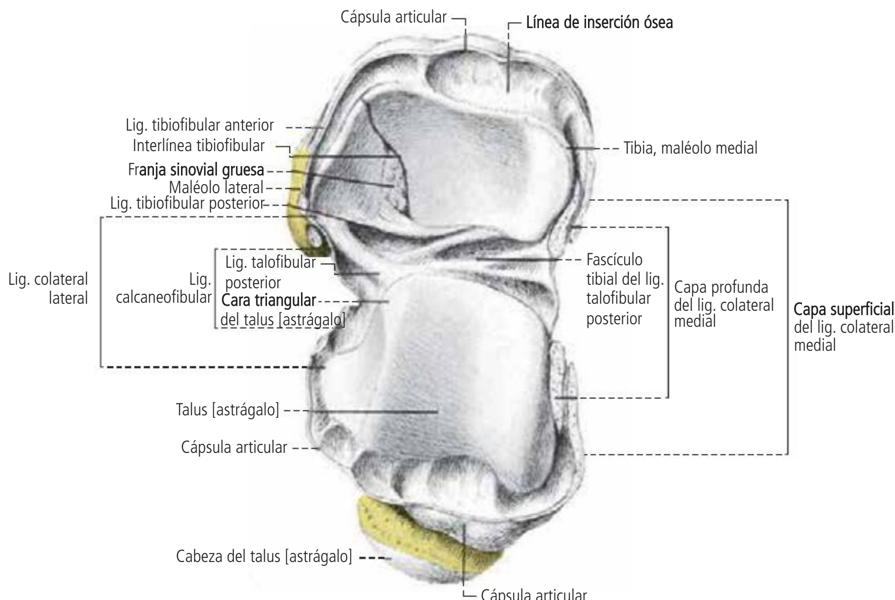


Fig. 66-4. **Superficies articulares de la articulación talocrural, lado derecho, luego de la sección de la cápsula y sus ligamentos; la pierna ha sido fuertemente llevada hacia atrás.**

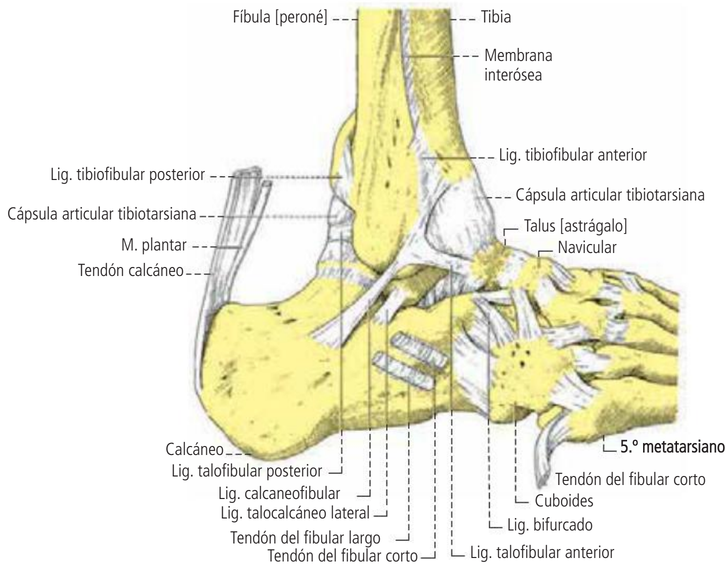


Fig. 66-5. Articulación talocrural y talocalcánea, vista lateral.

tibiofibular (pasaje de la arteria tibial anterior); está prolongada abajo por el ligamento interóseo tibiofibular.

Se encuentra tapizada en sus dos caras por los músculos anteriores y posteriores de la pierna y la atraviesan abajo ramas perforantes de la **arteria fibular [peronea]**.

ARTICULACIÓN TALOCRURAL

La **articulación talocrural** [tibioperoneo-astragalina] es la articulación de la garganta del pie. Une el esqueleto de la región de la pierna (tibia y fíbula [peroné]) al talus [astrágalo], hueso del tarso.

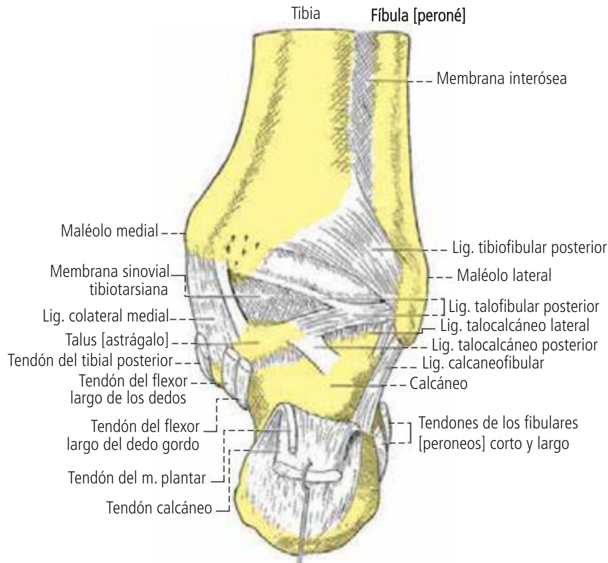


Fig. 66-6. Articulación talocrural, vista posterior.

Es una articulación sinovial de tipo **gínglimo**, móvil y sólida a la vez.

Superficies articulares

Del lado de la pierna

La superficie articular presenta un techo tibial y dos caras laterales constituidas por los maléolos tibial y fibular [peroneo] (**fig. 66-4**).

Techo

Lo constituye la superficie distal de la tibia, cuadrilátera, algo más ancha en su parte anterior que en la posterior, cóncava de adelante hacia atrás y ligeramente convexa en sentido transversal. En su parte media presenta una cresta obtusa, que se corresponde con la tróclea talar [astragalina], y a cada lado de ella dos superficies que se amoldan sobre las vertientes de estas poleas. Está limitada hacia atrás por la saliente de la tibia, que desciende en sentido posterior.

Superficies laterales

Son verticales y están constituidas: **lateralmente**, por la cara medial del maléolo **lateral (fibular)**, triangular con vértice inferior, extensa en sentido vertical y convexa; **medialmente**, por la cara lateral del maléolo medial (tibial), casi plana y prolongada de adelante hacia atrás, con forma triangular de base anterior. Los **dos maléolos**, solidarizados por la **sindesmosis tibiofibular**, forman una **pinza** (mortaja, muesca) que enmarca al **talus [astrágalo]**. El eje transversal de esta pinza es oblicuo atrás y lateralmente. El talus [astrágalo] y el pie están dirigidos hacia adelante y en sentido lateral.

Del lado del pie

El **talus [astrágalo]** presenta:

Una superficie **superior**, la **tróclea**, con una garganta anteroposterior, orientada de lateral a medial, y dos vertientes, de las cuales la lateral es la más ancha, ambas inclinadas hacia la garganta. Un borde medial semicircular, redondeado y obtuso, y un borde lateral más alto que el precedente, más marcado, que en su parte posterior se ensancha. La tróclea talar [astragalina] es más larga que ancha y su amplitud disminuye hacia atrás.

Dos superficies a los **lados**, que corresponden a los maléolos lateral y medial:

- La superficie **lateral**, cóncava de arriba hacia abajo, es triangular con base superior.
- La superficie **medial**, más elevada que la lateral, semeja una coma con una extremidad gruesa anterior.

Una capa de **cartílago hialino** cubre la pinza tibiofibular y la superficie talar [astragalina].

La interlínea articular, como se la puede observar en las radiografías anteroposteriores (frente) y laterales (perfil), es más ancha arriba que a los lados. En efecto, el revestimiento cartilaginoso es más grueso a nivel de la **superficie de apoyo** (2 mm de cada lado) que en las caras laterales (1 mm).

Medios de unión

Los movimientos de la articulación son, sobre todo, **anteroposteriores**. El aparato capsuloligamentoso es laxo adelante y atrás y sólido lateralmente.

Cápsula

Es un manguito fibroso, que se inserta en el contorno de las superficies articulares, sólido en sentido lateral, más delgado adelante y atrás, donde queda a 7 u 8 mm de la superficie talar [astragalina].

Ligamentos

En la parte anterior de la cápsula se observan algunas fibras que de la pinza tibiofibular llegan al talus [astrágalo]. Un fascículo, de la parte anterior del maléolo medial, puede llegar a la parte lateral del cuello del talus [astrágalo]. En la parte posterior de la cápsula, algunos fascículos fibrosos se extienden desde el borde posterior de la pinza tibiofibular hasta la cara posterior del talus [astrágalo].

Estos fascículos, por lo común poco desarrollados, no merecen el nombre de ligamento anterior y posterior. Su escasa diferenciación se debe al mecanismo de la articulación.

Ligamento colateral lateral

Comprende tres fascículos independientes (**figs. 66-5** y **66-6**):

- **Ligamento talofibular anterior** [peroneo-astragalino anterior], aplanado, cuadrilátero y relativamente delgado, se inserta en el borde anterior del maléolo lateral y por otra parte en la cara lateral del talus [astrágalo], que se encuentra por delante de la cara articular.
- **Ligamento calcaneofibular** [peroneocalcáneo], se inserta en la parte anterior del vértice del maléolo lateral y desde aquí se dirige oblicuo en sentido lateroposterior, fijándose en la cara lateral del calcáneo por encima y detrás de la tróclea fibular [peroneal]. Por su cara profunda, se relaciona con el ligamento talocalcáneo lateral; superficialmente lo cruzan los tendones de los músculos fibular [peroneo] largo y corto.
- **Ligamento talofibular posterior** [peroneo-astragalino posterior]; fuerte, se sitúa en la parte posterior de la articulación, por debajo de los tendones fibulares [peroneos]. Se inserta en la depresión que presenta en la cara medial el maléolo lateral, y desde aquí sigue un trayecto casi horizontal y termina en la cara posterior del talus [astrágalo] por debajo de su tróclea. Sus fascículos más largos llegan al canal del músculo flexor largo del dedo gordo. Pueden dar origen por su borde superior a un fascículo que se dirige hacia la cara posterior de la tibia, cerca del maléolo medial.

Ligamento colateral medial (deltoideo)

Está formado por dos capas (**fig. 66-7**):

- **Superficial**, de forma triangular, o ligamento deltoideo. Se inserta **arriba**, en el borde inferior del maléolo tibial, en un surco rugoso y desde aquí sus fibras descienden hacia el tarso; las **posteriores**, oblicuas, se irradian abajo y atrás, al tubérculo que se ve en la cara medial del talus [astrágalo], medial al canal del músculo flexor largo del dedo gordo. Se trata de la porción **tibiotalar posterior**. Las medias, porción tibiocalcánea, son descendentes y terminan en el **susten-**

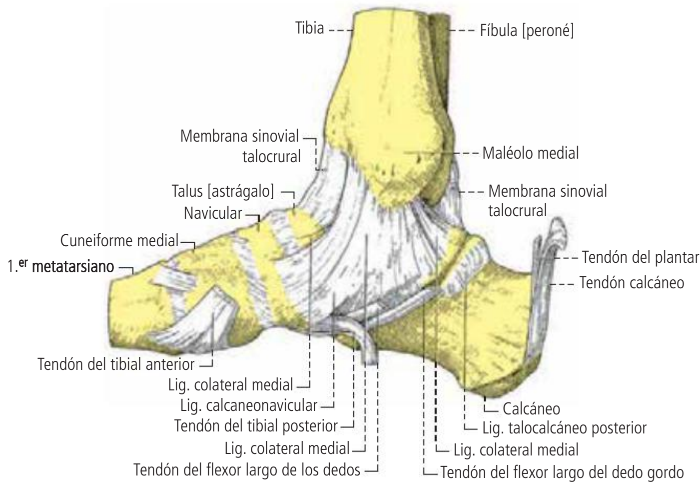


Fig. 66-7. **Articulación talocrural, vista medial.**

taculum tali. Otras se entremezclan con el ligamento calcaneonavicular plantar. Las **anteriores** (**porción tibiotalar anterior**), oblicuas abajo y adelante, van a la parte medial del cuello del talus [astrágalo] y a la cara superior del hueso navicular, **porción tibionavicular**.

- **Profunda**, cubierta por la precedente excepto en su parte posterior, donde la sobrepasa. Es una capa voluminosa y resistente que se inserta en el vértice del maléolo, profunda respecto de las fibras de la capa superficial. Desde aquí se dirige oblicua hacia abajo para fijarse en la cara medial del talus [astrágalo], en toda la porción que se encuentra por debajo de la cara articular.

Un intervalo ocupado por tejido conectivo con algunos acúmulos adiposos se interpone entre ambas capas.

Membrana sinovial

Tapiza la superficie interior de la cápsula fibrosa y, al llegar a sus inserciones superior e inferior, se refleja para terminar en el límite cartilaginoso (**fig. 66-8**):

- **Medialmente**, le forma al ligamento colateral medial una vaina semicilíndrica que sobresale dentro de la cavidad articular.
- **Lateralmente**, no tiene relación de contigüidad con el ligamento calcaneofibular que se encuentra por fuera de la articulación.
- **Adelante**, se deja distender con facilidad, formando un receso anterior abollonado por fibras que desde la tibia descienden hasta el talus [astrágalo].
- **Atrás**, forma un receso posterior abollonado por la presencia del ligamento talofibular posterior, oculto por dos recesos sinoviales, uno superior y otro inferior al ligamento. Puede comunicar con las vainas sinoviales de los músculos fibulares [peroneos] largo y corto.

La cavidad articular tiene dimensiones pequeñas. Los derrames postraumáticos son perceptibles adelante y atrás, donde distienden la cápsula.

Relaciones

Se estudian por separado las relaciones anteriores, posteriores, laterales y mediales (**figs. 66-9** y **66-10**).

Relaciones anteriores

Bajo la piel, la fascia de la pierna se prolonga hacia el pie y se engruesa para formar el **retináculo inferior de los músculos extensores**. Constituye una brida que aplica contra la articulación a los tendones de los músculos de la pierna, de lateral a medial: el músculo tercer fibular [peroneo], el músculo extensor largo de los dedos, el extensor largo del dedo gordo y el músculo tibial anterior. Entre los músculos extensor largo de los dedos y extensor largo del dedo gordo se sitúa la arteria tibial anterior, para continuar como arteria dorsal del pie, acompañada por el nervio fibular [peroneo] profundo.

Relaciones posteriores

La articulación es profunda y está cubierta de atrás hacia adelante por:

- La piel levantada por el relieve del **tendón calcáneo** en la fascia superficial.
- Un plano conectivo.
- La fascia profunda que aplica contra la articulación a los tendones de los músculos de las caras posterior y lateral de la pierna.
- Lateralmente, los tendones de los músculos fibulares [peroneos] largo y corto.
- En sentido medial y lateromedial, por el músculo flexor largo del dedo gordo, el músculo flexor largo de los dedos y el

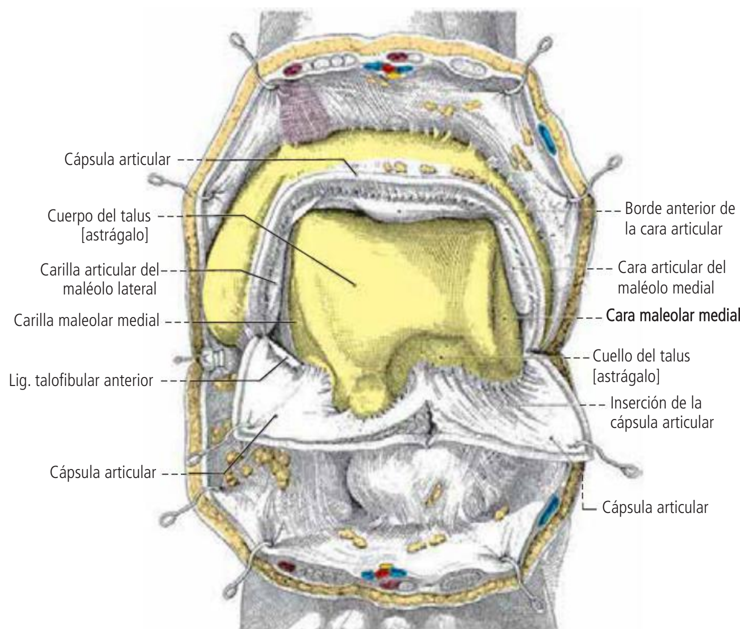


Fig. 66-8. Plano intraarticular de la articulación talocrural, lado derecho, cara anterior.

músculo tibial posterior, con los vasos tibiales posteriores y el nervio tibial.

Estos elementos ocupan los **canales retromaleolares**: **lateral**, por detrás de la fíbula [peroné], y **medial**, por detrás de la tibia, excavados entre los bordes del tendón calcáneo y el borde posterior de los maléolos. Estos canales se prolongan abajo y a los lados, hacia el pie.

Relaciones laterales

El **maléolo lateral** oculta la articulación y hace saliente bajo la piel. Por debajo de él pasan los tendones de los músculos fi-

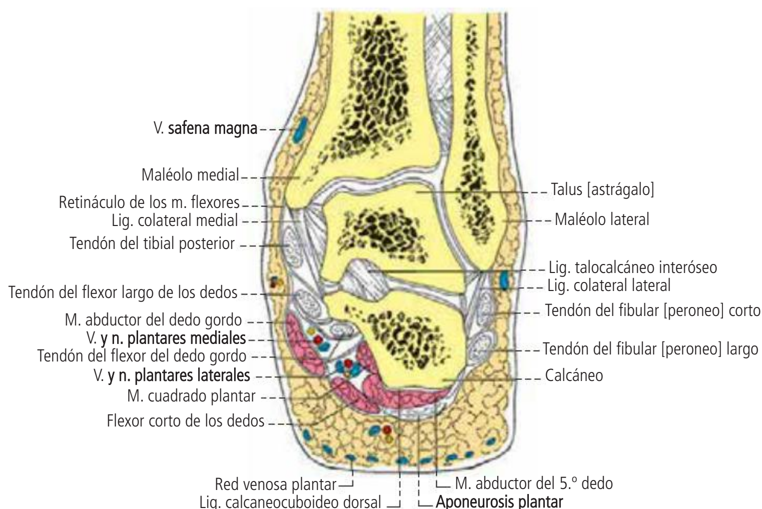


Fig. 66-9. Corte coronal de la articulación talocrural y del tarso posterior, lado derecho, segmento anterior.

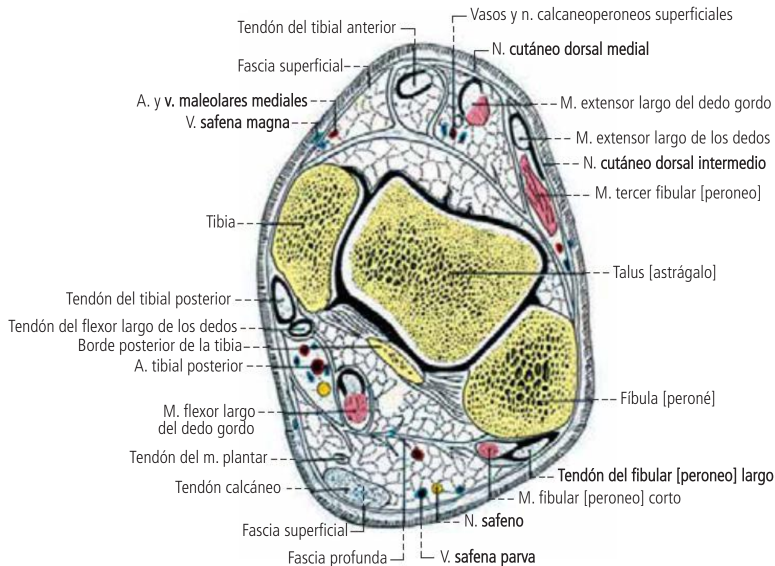


Fig. 66-10. Corte horizontal de la articulación talocrural que pasa por los dos maléolos, lado derecho, segmento inferior del corte.

bulares [peroneos] largo y corto en una vaina fibrosa tapizada por sinovial.

Relaciones mediales

El **maléolo medial** oculta la articulación y también hace saliente bajo la piel. Abajo se encuentra el **canal retromaleolar medial**, por el cual pasan a la planta del pie los tendones, con sus vainas sinoviales, y el pedículo vasculonervioso.

Arterias y nervios

Las **arterias** provienen de la arteria tibial anterior mediante arteriolas sin sistematización, de las arterias maleolares, así como de la arteria fibular [peronea]. La arteria tibial posterior suministra ramas a la articulación cerca del maléolo medial. La rama perforante de la arteria fibular [peronea] emite una rama que penetra en la articulación cerca del ligamento talofibular posterior.

Los **nervios** son superficiales: los del plano anterior, el nervio safeno y el ramo de bifurcación lateral, del nervio fibular [peroneo] profundo. Los del plano posterior, del nervio tibial.

Anatomía de superficie

La articulación talocrural es fácil de examinar. Los dos accidentes óseos constituidos por los maléolos forman valiosas referencias para su examen.

Puntos de referencia óseos

La superficie de la punta de los dos maléolos marca las partes laterales. El maléolo medial es más anterior que el lateral, pero este desciende más que el medial.

Relieves tendinosos

Adelante, el tendón del **músculo tibial anterior** es medial en relación con los otros tendones de la región, en la flexión dorsal del pie se hace saliente. Atrás, el **tendón calcáneo** es voluminoso, acusando la profundidad de los dos canales retromaleolares situados a sus lados.

La región puede estar considerablemente deformada por los frecuentes traumatismos osteoarticulares, esguinces, fracturas maleolares de esta zona. El edema y el derrame intraarticular pueden rellenar las depresiones normales retromaleolares o submaleolares.

Anatomía radiológica

Los contornos de las superficies articulares son visibles en las radiografías anteroposteriores (frente) y laterales (perfil), pero las interlíneas talomaleolares exigen una incidencia oblicua o tomografías para poder explorarlas exactamente.

Anatomía funcional

Sus movimientos se estudiarán más adelante. En cuanto a su acción estática, consiste en transmitir el peso del cuerpo al pie por intermedio del talus [astrágalo]. El apoyo de la tibia sobre el talus [astrágalo] está situado algo por detrás y lateralmente al centro de la tróclea. Se desplaza durante los movimientos del pie. La posición del pie se asegura por la orientación de la pinza maleolar que da su **estabilidad** a la articulación. El menor ensanchamiento de esta pinza (diastasis), sea por fractura maleolar o por disyunción tibiofibular inferior, compromete la estabilidad del pie que se dirige medialmente (varo) o lateralmente (valgo). Estos desplazamientos son dolorosos y es posible relacionarlos

con una diastasis por la búsqueda del choque talar [astragalino], que traduce la laxitud transversal de la articulación en relación con el talus [astrágalo]. La estabilidad articular depende también del tono de los músculos cuyos tendones rodean la articulación: inestabilidades paralíticas.

ARTICULACIONES DEL PIE

Las dividimos en tres grupos:
Las articulaciones **tarsianas**.

- Las articulaciones **tarsometatarsianas**.
- Las articulaciones **intermetatarsianas**, las **metatarsofalángicas** e **interfalángicas** del pie.

La vascularización, la inervación, la anatomía radiológica y la anatomía funcional de estas articulaciones se estudiarán al final de este capítulo.

Articulaciones tarsianas

Comprenden las articulaciones **subtalar**, **transversa del tarso** e **intertarsianas anteriores**.

Articulación subtalar [talocalcánea o subastragalina]

Une la cara inferior del talus [astrágalo] con la cara superior del calcáneo (**fig. 66-11**). En conjunto, la suma de todas las superficies articulares se comporta como una articulación sinovial de tipo trocoide, cilíndrica con eje longitudinal.

Superficies articulares

- **Cara articular anterior** y **cara articular media:** tienen forma oval. Conjuntamente, forman una superficie articular cuyo eje mayor es oblicuo de atrás hacia adelante y de medial a lateral. Son **cóncavas** en el calcáneo y ligeramente **convexas** en el astrágalo.
- **Cara articular posterior**: de forma oblonga, su eje mayor tiene la misma orientación que las carillas precedentes pero convexa en el calcáneo y cóncava en el talus [astrágalo].

En ambos huesos, estas caras se encuentran separadas por el **surco del talus** [**astragalino**] y por el **surco del calcáneo**. Cuando ambos huesos están unidos, los dos surcos forman el **seno del tarso**. Así quedan separadas las dos articulaciones. La sinovial de la articulación posterior es independiente, mientras que la de la anterior se comunica con la articulación talocalcaneonavicular.

Medios de unión

Una cápsula se dispone alrededor de las superficies articulares, de las cuales la anterior está en contacto con la cápsula de la articulación talocalcaneonavicular.

Tres ligamentos mantienen en su lugar a las superficies articulares:

- **Ligamento talocalcáneo interóseo** [astragalocalcáneo interóseo] (véase **fig. 66-9**), firme y fuerte, ocupa el seno del tarso y da solidez al conjunto. Está constituido por fascículos verticales y oblicuos dispuestos en dos planos: **posterior**, menos desarrollado, se sitúa por delante de la articulación subtalar posterior; **anterior**, por detrás de la articulación talocalcaneana anterior. El intervalo entre ambos se encuentra ocupado por tejido adiposo y por una pequeña bolsa sinovial.
- **Ligamento talocalcáneo lateral** [astragalocalcáneo lateral] (véase **fig. 66-5**), es un fascículo débil situado por debajo del ligamento calcaneofibular. Se dirige de la cara lateral del talus [astrágalo] a la cara lateral del calcáneo.
- **Ligamento talocalcáneo posterior** [astragalocalcáneo posterior] (véase **fig. 66-6**), aplanado y cuadrilátero, se inserta en el talus [astrágalo], en el tubérculo que limita lateralmente la corredera del tendón del músculo flexor largo del dedo gordo, y por abajo, en la cara superior del calcáneo.

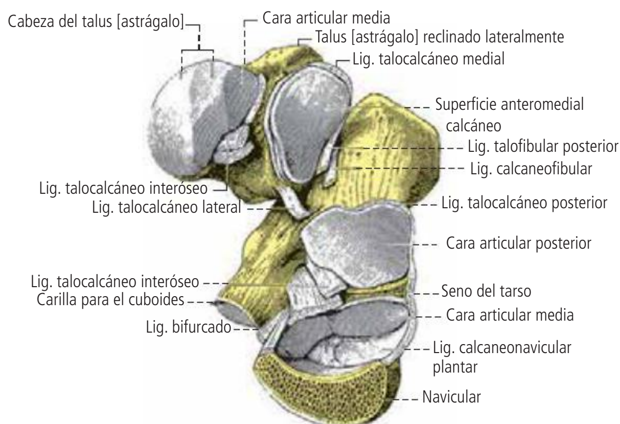


Fig. 66-11. Articulación talocalcánea abierta para mostrar las superficies articulares.

Membranas sinoviales

La articulación posterior dispone de una sinovial propia, y la cápsula articular de la anteromedial forma parte de la articulación talocalcaneonavicular.

Relaciones

- Lateralmente, la articulación subtalar posterior se relaciona con los tendones de los músculos fibulares [peroneos] largo y corto.
- Medialmente, las interlíneas articulares están ocultas por el canal retromaleolar medial, por donde pasan, de arriba hacia abajo, contenidos en sus vainas fibrosinoviales, los tendones de los músculos tibial posterior, flexor largo de los dedos y flexor largo del dedo gordo, acompañados por el pedículo vasculonervioso tibial, que se bifurca en elementos plantares mediales y laterales.
- Atrás, la articulación posterolateral se relaciona con el tendón calcáneo, por intermedio de un cúmulo adiposo.

Articulación transversa del tarso [mediotarsiana o de Chopart]

Esta articulación une el calcáneo al talus [astrágalo], al cuboides y al navicular, respectivamente. Así, la articulación transversa del tarso comprende **dos articulaciones**: una lateral, **calcaneocuboidea** y otra medial, **talocalcaneonavicular**.

Superficies articulares

En la **articulación calcaneocuboidea**, la cara anterior del **calcáneo**, más alta que ancha, cóncava de arriba hacia abajo y de medial a lateral, se opone una superficie inversamente configurada del **cuboides** (**figs. 66-12** y **66-13**).

Para la articulación **talocalcaneonavicular**, la cabeza del **talus [astrágalo]**, convexa, se continúa hacia abajo con la superficie anteromedial de la cara inferior. El **navicular** ofrece la cavidad glenoidea, que resulta menos extensa de lo que debería ser para recibir la cabeza del talus [astrágalo], pero la amplía por abajo un fibrocartílago de ensanchamiento: el **ligamento calcaneonavicular plantar**, que ocupa el intervalo entre el navicular y el sustentáculo del talus (sustentaculum tali). Sirve de medio de unión entre las articulaciones subtalar y talocalcaneonavicular. El ligamento calcaneonavicular plantar tiene forma triangular, su vértice corresponde a la parte medial del sustentáculo del talus [apófisis mayor del calcáneo] y su base o borde medial se encuentra engrosada por desarrollarse en ella una capa de cartílago.

Medios de unión

Se reconocen (**figs. 66-14** y **66-15**):

- Ligamentos propios de la articulación talocalcaneonavicular, una sinovial esferoidea.
- Ligamentos propios de la articulación calcaneocuboidea, una sinovial en silla de montar (selar).
- Un **ligamento común** para ambas articulaciones.

1. **Ligamentos talonaviculares** [astrágalo-escafoideos]: uno **superior** o dorsal, que se extiende de la parte superior del cuello del talus [astrágalo] al borde superior del hueso navicular, y otro **inferior** o plantar, el ligamento calcaneonavicular plantar, corresponde al cartílago descrito.
2. **Ligamentos calcaneocuboideos**: uno **superior** o dorsal, débil, formado por fascículos donde la membrana sinovial se hernia. Se extiende del borde superior de la cara del calcáneo a la cara dorsal del cuboides. Otro **inferior** o plantar, muy potente y resistente, es el **ligamento calcaneocuboideo plantar**. Este se origina en la cara inferior del calcáneo por delante de las dos tuberosidades. En él se distinguen dos láminas:

   - **Lámina superficial**, el **ligamento plantar largo** que se dirige de atrás hacia adelante, constituida por dos

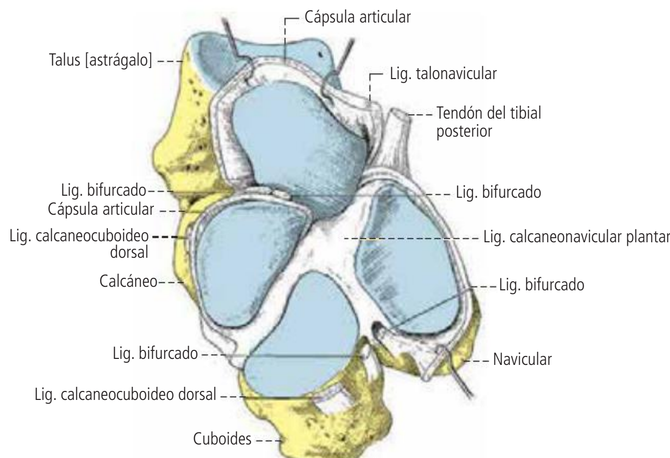


Fig. 66-12. **Articulación transversa del tarso. Superficies articulares rodeadas por la cápsula articular.**

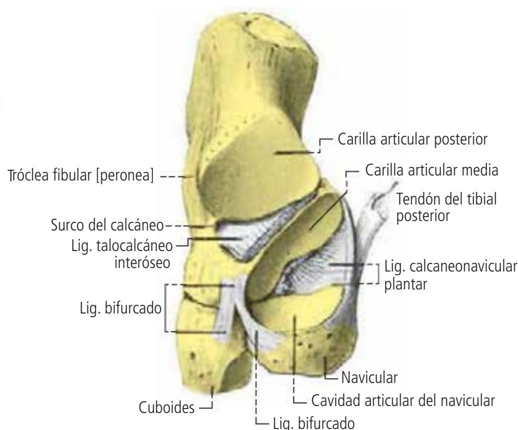


Fig. 66-13. Articulación transversa del tarso vista por su cara superior. Se ha extirpado el talus [astrágalo].

fascículos casi paralelos que se fijan en la prominencia del cuboides y se continúan a modo de puente sobre la corredera ósea del tendón del músculo fibular [peroneo] largo, para terminar en tres o cuatro digitaciones divergentes en la extremidad posterior de los tres o cuatro últimos metatarsianos.

– **Lámina profunda**, más corta que la precedente, pero más ancha y gruesa, la excede medial y lateralmente y se fija en la porción del cuboides que se encuentra por detrás de su tuberosidad.

3. **Ligamento bifurcado** [ligamento en Y o de Chopart] (**fig. 66-15**): este ligamento es común a las articulaciones talocalcaneonavicular y calcaneocuboidea, y es la **clave de la desarticulación mediotarsiana.** Se inserta atrás, en la parte anterior de la cara superior del calcáneo, en el ángulo que esta cara forma con la cabeza del talus [astrágalo]. Se dirige hacia adelante y termina en dos fascículos divergentes: el **medial**, que va a la parte superolateral del hueso navicular, y el **lateral** que se fija en la cara dorsal del cuboides.

Membranas sinoviales

Para cada articulación existe una sinovial distinta: una **lateral**, para la articulación calcaneocuboidea, otra **medial**, para la articulación talocalcaneonavicular, que comunica con la articulación subtalar medial.

Relaciones

La articulación está cubierta en la cara dorsal por los tendones extensores, por el músculo extensor corto de los dedos y el pedículo vasculonervioso del dorso del pie. En la cara plantar, se relaciona medialmente con la terminación del túnel del tarso. Lateralmente, se encuentra el tendón del músculo fibular [peroneo] largo cubierto por el músculo abductor del 5.º dedo.

Articulaciones intertarsianas anteriores

Comprenden las articulaciones cubonavicular, cuneonavicular, intercuneiformes y cuneocuboidea (**figs. 66-14** y **66-15**).

Articulación cubonavicular

Por parte del **hueso navicular**, presenta una superficie plana que ocupa la parte medial del hueso y se continúa hacia adelan-

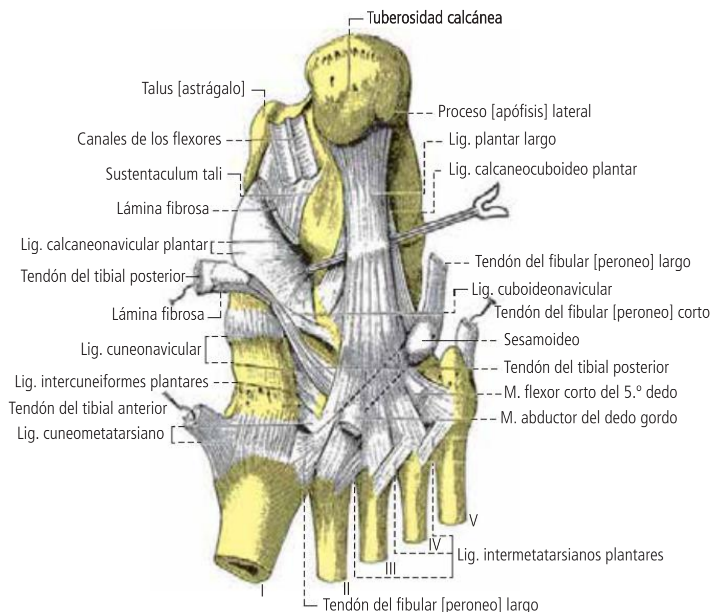


Fig. 66-14. Ligamentos plantares. Pie derecho, cara plantar. I a V, los cinco metatarsianos.

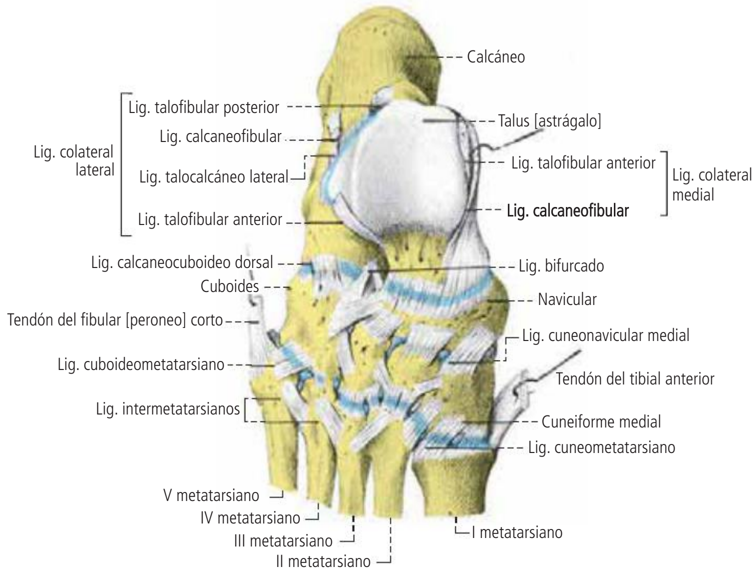


Fig. 66-15. Ligamentos de la cara dorsal del pie derecho.

te, para articularse con el cuneiforme lateral. El **cuboides** muestra una superficie análoga que continúa hacia adelante con la que se articula con el cuneiforme lateral. Ambas superficies están cubiertas por cartílago hialino.

Se describe un **ligamento dorsal**, desde la parte lateral y superior del hueso navicular hasta la parte superior y medial del cuboides, y un **ligamento plantar**, que transcurre desde el borde inferior del navicular hasta la cara plantar del cuboides. Un **ligamento interóseo**, corto y resistente, que une entre sí las superficies óseas.

Membrana sinovial: una prolongación de la sinovial cuneonavicular separa ambos huesos.

Articulación cuneonavicular [cuneo-escafoidea]

El **navicular** tiene en su cara anterior una superficie articular con dos crestas descendentes, ligeramente cóncavas lateralmente, que la dividen en tres superficies: la medial, para el cuneiforme medial; la media, para el cuneiforme intermedio, y la lateral, para el cuneiforme lateral.

Se encuentran unidos por **ligamentos dorsales**, que se originan atrás, en el borde superior del navicular, y se insertan: el **medial**, en la cara medial del cuneiforme medial; el **medio**, en la cara dorsal del cuneiforme intermedio, y el **lateral**, en la cara dorsal del cuneiforme lateral.

Ligamentos plantares: el **medial** es un fascículo ancho y resistente que se dirige de la tuberosidad del navicular a la cara inferior o base del cuneiforme medial. Existen otros dos fascículos, irregulares y débiles, que van de la cara inferior del navicular al cuneiforme intermedio y al lateral.

Membrana sinovial: única, emite dos prolongaciones que se insinúan entre el cuneiforme medial y el intermedio, y entre el intermedio y el lateral.

Articulaciones intercuneiformes

Los tres cuneiformes están articulados entre sí de manera de excavar la bóveda plantar, para lo cual el cuneiforme medial y el intermedio se articulan por superficies planas con forma rectangular. El cuneiforme intermedio y el lateral, por superficies planas verticales, situadas en la parte posterior de las caras por las que se corresponden. Son articulaciones planas incrustadas de cartílago, que se continúan por detrás con el de la articulación cuneonavicular.

Están unidas por ligamentos:

- Dos **dorsales**, transversales. El medial se extiende del cuneiforme medial al intermedio y el lateral, del cuneiforme intermedio al lateral.
- Dos ligamentos **interóseos** formados por fascículos cortos que van de un cuneiforme al cuneiforme inmediato.
- Un ligamento **plantar**. Un fascículo fuerte se extiende de la base del cuneiforme medial al intermedio. No existe entre el cuneiforme intermedio y el lateral.

Membrana sinovial: existen dos pequeñas, que son prolongaciones de la cuneonavicular.

Articulación cuneocuboidea

Une el cuboides al cuneiforme lateral; cada uno de los huesos presenta una superficie triangular prolongada en sentido anteroposterior. Se observa:

- Un ligamento **dorsal**, transversal, que va desde la cara dorsal del cuneiforme lateral a la cara dorsal del cuboides.
- Un ligamento **interóseo**, corto, que ocupa toda la superficie no articular correspondiente.
- Un ligamento **plantar**, corto, extendido de uno a otro hueso.

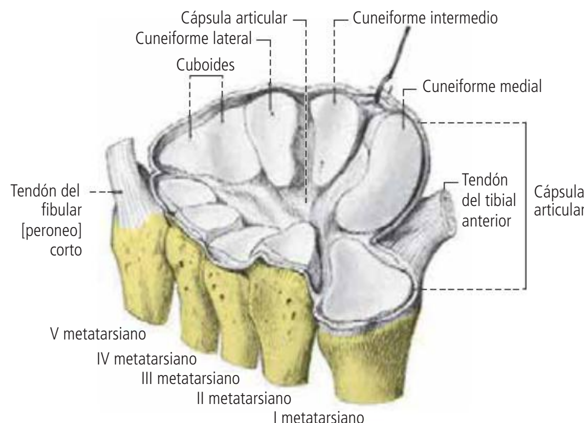


Fig. 66-16. Articulación tarsometatarsiana. La cápsula ha sido seccionada en la parte dorsal y los metatarsianos, flexionados hacia la planta.

Membrana sinovial: puede ser independiente, y otras veces es una prolongación de la cuneonavicular.

Todas estas articulaciones son superficiales en la cara dorsal del pie y profundas en la cara plantar.

Articulaciones tarsometatarsianas

Superficies articulares

Planas, orientadas de modo de estructurar un arco convexo en la cara dorsal del pie (**fig. 66-16**), forman una serie de articulaciones planas cuyas superficies articulares verticales ocupan la parte anterior del tarso y la extremidad posterior de los cinco metatarsianos:

- El **I metatarsiano** se articula con el cuneiforme medial.
- El **II metatarsiano** se articula con los tres cuneiformes, que se disponen formando una muesca cóncava hacia adelante. Su extremo posterior presenta: una superficie **posterior** triangular con base superior para el cuneiforme intermedio; una **medial**, pequeña, para el cuneiforme medial, y dos **laterales** superpuestas en sentido vertical que se corresponden con dos superficies similares que presenta a este nivel la parte medial del cuneiforme lateral.
- El **III metatarsiano** está en contacto con la cara anterior del cuneiforme lateral.
- El **IV** y **V metatarsiano** se articulan con la cara anterior del cuboides.

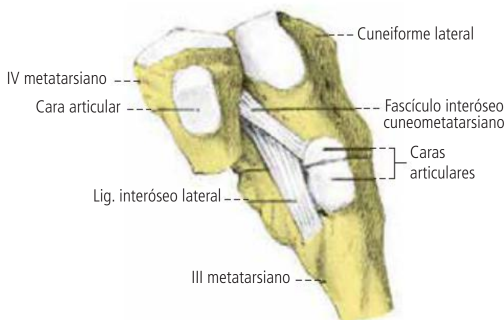


Fig. 66-17. Articulación tarsometatarsiana. Ligamento interóseo lateral visto por su cara lateral.

La interlínea articular es irregular y reúne la mitad del borde medial del pie al punto medio del borde lateral, siguiendo una línea oblicua de adelante hacia atrás y de medial a lateral.

Medios de unión

Existen **tres cápsulas distintas:**

- Una para la articulación del I metatarsiano con el cuneiforme medial.
- Otra para el II y III metatarsiano con los cuneiformes.
- Otra para el IV y V metatarsiano con el cuboides.

Están unidas por **ligamentos** (**figs. 66-17** y **66-18**):

A. Interóseos: por su situación se distinguen tres: **medial**, es el más fuerte e importante, une la cara lateral del cuneiforme medial a la cara medial del II metatarsiano; **medio**, se inserta en las caras correspondientes del cuneiforme intermedio y del lateral y de allí a la parte lateral de la base del II metatarsiano, poco desarrollado; **lateral**, de la cara lateral del cuneiforme lateral se extiende a la parte lateral de la base del III metatarsiano por debajo de su articulación con el IV.

B. Dorsales (**fig. 66-15**): se extienden desde la cara dorsal de los huesos de la extremidad posterior de los metatarsianos, por una parte, a la cara dorsal de los huesos de la 2.ª fila del tarso, por otra. Se los observa en número de siete:

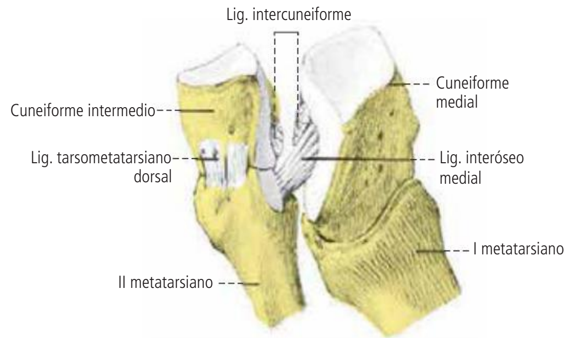


Fig. 66-18. Articulación tarsometatarsiana. Ha sido seccionado el ligamento interóseo que une el cuneiforme medial con el intermedio, lo que permite la separación de los huesos. Se observa el ligamento interóseo medial visto por la cara dorsal del pie.

- **I metatarsiano**, está unido al cuneiforme medial por un ligamento.
- **II metatarsiano**, tiene tres ligamentos que se insertan: el **medial**, en el ángulo anterolateral del cuneiforme medial, el **medio**, en el cuneiforme intermedio, y el **lateral**, en el ángulo anteromedial del cuneiforme lateral.
- **III metatarsiano**, presenta uno que lo une al cuneiforme lateral.
- **IV y V metatarsiano**, presentan uno cada uno, que se insertan en el cuboides.

C. **Plantares** (**fig. 66-14**): son cinco, poco resistentes; su importancia disminuye hacia el borde lateral del pie:

- El 1.º une el cuneiforme medial, al I metatarsiano.
- El 2.º, desde el cuneiforme medial se expande en el III metatarsiano y en el cuneiforme intermedio.
- El 4.º y el 5.º se dirigen desde el cuboides a los dos últimos metatarsianos.

Membranas sinoviales

La presencia de los ligamentos interóseos medial y lateral divide la sinovial tarsometatarsiana en:

- **Medial**, para el I metatarsiano y el cuneiforme medial.
- **Media**, para el II y III metatarsiano.
- **Lateral**, para el IV y V metatarsiano con el cuboides.

Relaciones

Se encuentra bordeada por la inserción del tendón del **músculo fibular [peroneo] corto** en la tuberosidad del V metatarsiano. La articulación es más difícil de relacionar medialmente. Es superficial en la cara dorsal y profunda en la cara plantar.

Articulaciones de los metatarsianos y de las falanges

Articulaciones intermetatarsianas

El I metatarsiano es independiente de los otros cuatro (**figs. 66-16** y **66-19**). Del II al IV están separados unos de otros en su parte media, pero se articulan entre sí por su extremidad posterior. En su extremidad anterior están unidos por un ligamento.

Las extremidades de las articulaciones tarsianas son tres y constituyen articulaciones sinoviales planas. Las superficies articulares están a los lados de la base de cada uno de los cuatro últimos

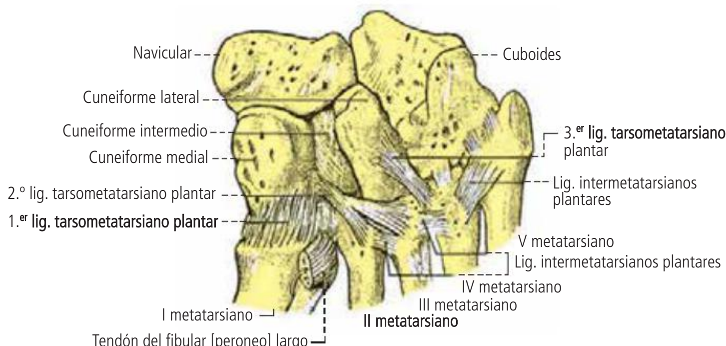


Fig. 66-19. Articulaciones tarsometatarsianas e intermetatarsianas, vistas por su cara plantar.

metatarsianos, en parte rugosas, o lisas y cubiertas por cartílago. El II y el III metatarsiano se articulan por dos pequeñas superficies separadas por un surco rugoso anteroposterior. El III y el IV se unen en la parte superior de las superficies que se corresponden. El IV y el V están en contacto por una superficie posterior triangular.

Presentan tres clases de **ligamentos**:

- **Interóseos:** el medial del II al III, el medio del III al IV y el lateral del IV al V metatarsiano.
- **Dorsales:** se disponen igual que los precedentes, pero como ligamentos dorsales, entre los mismos metatarsianos.
- **Plantares:** se cuentan en número de tres como los precedentes.

Las sinoviales de estas articulaciones son simples divertículos de la articulación tarsometatarsiana, que en cada una de ellas se prolonga hasta el ligamento interóseo.

Las extremidades digitales de los metatarsianos, separadas las unas de las otras, están solidarizadas en la cara plantar por el **ligamento intermetatarsiano transverso profundo**.

Articulaciones metatarsofalángicas

Son articulaciones sinoviales de tipo **elipsoideo**, comparables a las articulaciones metacarpofalángicas de la mano (**figs. 66-20** y **66-21**). El **metatarsiano** presenta una cabeza aplanada en sentido transversal con una superficie articular lisa, más extendida en la región plantar. La **falange** ofrece una cavidad glenoidea ensanchada, hacia abajo y atrás, por un fibrocartílago glenoideo. La **cápsula** está reforzada sobre la cara dorsal por el tendón extensor correspondiente, y a los lados por los **ligamentos colaterales** que desde las tuberosidades laterales de los metatarsianos se dirigen, abajo y adelante, a las tuberosidades laterales de la falange y a los bordes del fibrocartílago glenoideo. El **ligamento intermetatarsiano transverso profundo** es una cinta que se prolonga del I al V metatarsiano, pasando por debajo y fusionándose en las articulaciones metatarsofalángicas con el borde posterior del cartílago glenoideo y con los ligamentos colaterales.

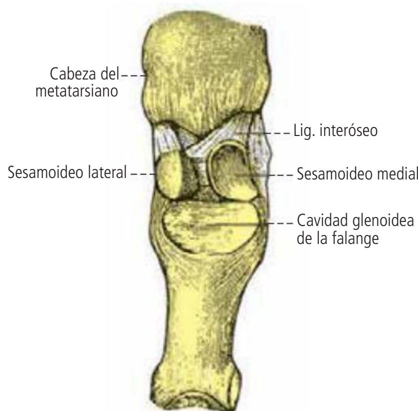


Fig. 66-20. Cabeza del I metatarsiano derecho y aparato falangosesamoideo. Articulación abierta por la cara dorsal. Superficies articulares separadas (según Gillette).

En la articulación metatarsofalángica del dedo gordo, la cavidad glenoidea está prolongada hacia abajo y atrás por un fibrocartílago engrosado por dos huesos sesamoideos que reciben inserciones musculares firmes.

Estas articulaciones son notablemente móviles, sobre todo en el sentido de la extensión, y su membrana sinovial es muy laxa, en particular por el lado superior o de la extensión.

Relaciones: por **arriba**, con los tendones extensores del pie. Por **abajo**, con los tendones flexores, y en las cuatro articulaciones laterales, con los fascículos de origen del músculo abductor transverso del dedo gordo. **Lateralmente**, con los músculos interóseos y lumbricales y con los vasos y nervios digitales de los dedos.

Articulaciones interfalángicas del pie

Son **gínglimos**, todas dispuestas según un mismo tipo (**fig. 66-21**). Son semejantes a las de los dedos de la mano. Su posición natural es en flexión ligera, excepto en los sujetos que tienen el hábito de caminar descalzos.

Vascularización e inervación

Todas las articulaciones del pie toman su **vascularización** de los vasos de las caras dorsal y plantar del pie a partir de la arteria dorsal del pie y de las arterias plantares, medial y lateral.

Inervación: la inervación propioceptiva proviene de los nervios que acompañan a las arterias mencionadas, nervio fibular [peroneo] profundo y nervios plantares.

Anatomía radiológica

La orientación de las superficies articulares hace muy difícil la exploración radiológica de las articulaciones del pie (**fig. 66-22**). Siempre existen numerosas superposiciones. Es posible aislar tal o cual interlínea por incidencias especiales, pero la tomografía computarizada rinde aquí grandes servicios.

Anatomía funcional

Se estudiará más detalladamente con los movimientos del pie. La acción de estas articulaciones es a la vez estática y dinámica. Estática, para soportar el peso del cuerpo en las diferentes posiciones (plantígrada, digitígrada, marcha o estación de pie) y dinámica, durante la marcha, la carrera, etc. En conjunto, son articulaciones poco móviles, excepto las de las falanges. Los dedos del pie disponen de una movilidad menor que los dedos de la mano.

MÚSCULOS DE LA PIERNA

Los músculos de la pierna son trece.

Su acción se ejerce sobre el pie y los dedos, a los que llevan a la flexión, extensión, abducción y aducción. Para evitar confusión entre la denominación de los músculos y su acción, por ejemplo, los músculos llamados "extensores" son flexores del pie sobre la pierna y viceversa; aquí no se hablará de "flexión y extensión" sino de flexión dorsal y de flexión plantar del pie y de los dedos.

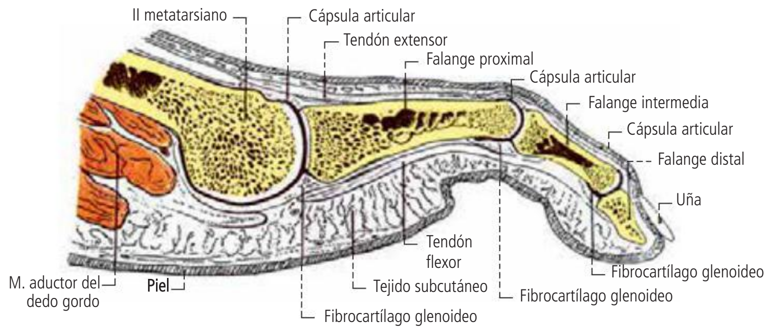


Fig. 66-21. Corte sagital que pasa por el 2.º dedo del pie, lado derecho, segmento medial del corte.

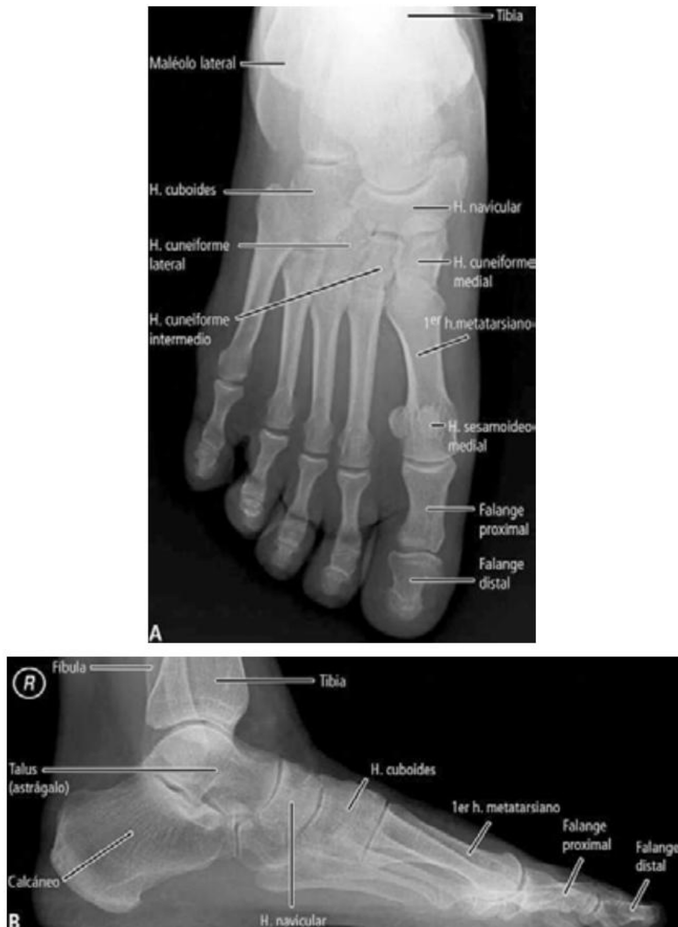


Fig. 66-22. A. Radiografía dorsoplantar del pie. Se observan las interlíneas articulares del tarso anterior, los metatarsianos y los dedos. **B.** Radiografía lateral del pie en apoyo plantar. Se observan la articulación tibiotarsiana, el tarso, el metatarso y los dedos.

Compartimento anterior de la pierna

Comprende cuatro músculos que son flexores dorsales del pie sobre la pierna: **tibial anterior**, **extensor largo de los dedos**, **extensor largo del dedo gordo** y **tercer fibular** [**peroneo**]. Los cuatro músculos se aplican sobre la cara anterior de la membrana interósea, en el espacio comprendido entre el borde anterior de la tibia y el borde anterior de la fíbula [peroné]. Sus relaciones, vascularización e inervación pueden estudiarse en conjunto.

Músculo tibial anterior

Es un músculo medial y voluminoso que se extiende desde la extremidad superior hasta el borde medial del pie (**fig. 66-23**).

Inserciones y constitución anatómica

A. Inserciones superiores:

- En la tuberosidad tibial.
- En el cóndilo lateral de la tibia.
- En el tubérculo del tibial anterior, situado entre la tuberosidad tibial y el cóndilo lateral de la tibia.
- En los dos tercios superiores de la cara lateral de la tibia.
- En la parte medial de la membrana interósea.
- En los tabiques fibrosos contiguos, intermusculares, y en la fascia de la pierna que cubre estos músculos.

B. Constitución anatómica: desde esta superficie de inserción, el cuerpo muscular prismático se dirige en sentido vertical hacia abajo para continuarse en un tendón resistente que pasa profundo al retináculo superior y al inferior de los músculos extensores, rodeado por una bolsa sinovial que favorece su deslizamiento.

C. Inserción inferior: el tendón, oblicuo abajo y medialmente, se inserta a la vez en la cara medial del hueso cuneiforme medial y en la extremidad posterior del I metatarsiano.

Acción

El músculo tibial anterior, tomando la tibia como punto fijo, es flexor dorsal del pie sobre la pierna, aductor y rotador medial del pie.

Músculo extensor largo de los dedos

Situado lateral al anterior, es aplanado transversalmente y se extiende de la extremidad superior de la pierna a los cuatro últimos dedos.

Inserciones y constitución anatómica

A. Inserciones superiores (**fig. 66-23**):

- En el cóndilo lateral de la tibia.
- En los dos tercios superiores de la cara medial de la fíbula [peroné].
- En la parte lateral de la membrana interósea.
- En los tabiques fibrosos contiguos y en la cara profunda de la fascia de la pierna que lo cubre.

B. Constitución anatómica: los distintos fascículos constitutivos se dirigen hacia abajo y forman el cuerpo muscular aplanado; este termina en un tendón fuerte que se desliza cubierto por el retináculo inferior de los músculos extensores, para dividirse después en cuatro tendones secundarios que divergen hacia los cuatro últimos dedos.

C. Inserciones inferiores: cada tendón se trifurca a nivel de la articulación metatarsofalángica en: uno **medio** que se desliza sobre la cara dorsal de la falange proximal y se fija en la base de la falange media; los otros dos, **laterales**, se fusionan entre sí a nivel de la falange media y terminan en la cara superior de la falange distal.

Acción

En primer lugar, ejerce su acción como flexor dorsal de los cuatro últimos dedos sobre el pie. En segundo lugar, es flexor dorsal del pie sobre la pierna y rotador lateral del pie. Su músculo auxiliar es el músculo extensor corto de los dedos.



Fig. 66-23. Músculos del compartimento anterior de la pierna. Vista anterior. Pierna derecha.

Músculo extensor largo del dedo gordo

El extensor largo del dedo gordo (del hallux) está situado profundamente entre los dos músculos precedentes, de los que emerge en la parte inferior de la pierna (**fig. 66-23**).

Inserciones y constitución anatómica

A. Inserciones superiores: en el tercio medio de la cara medial de la fíbula [peroné] y en la porción adyacente de la membrana interósea.

B. Constitución anatómica: alargado y plano, da origen a un tendón terminal que pasa por debajo de los retináculos supe-

rior e inferior de los extensores y luego, en el dorso del pie, se dirige adelante y medialmente oblicuo hacia el borde medial del pie.

C. Inserciones inferiores: sigue el borde medial del pie a lo largo del I metatarsiano y va a fijarse a la vez sobre las falanges proximal y distal del dedo gordo.

Acción

Es flexor dorsal del dedo gordo. Flexor dorsal, aductor y rotador medial del pie.

Músculo tercer fibular [peroneo anterior]

El músculo tercer fibular [peroneo] es un músculo inconstante, situado en la parte inferolateral de la región, que a menudo se confunde arriba con el músculo extensor largo de los dedos, con el que está íntimamente relacionado en su origen.

Inserciones y constitución anatómica

Se inserta **arriba**, sobre la mitad inferior del borde anterior de la fíbula [peroné] (**fig. 66-24**). El **cuerpo muscular**, muy fino y aplanado, se dirige hacia abajo y adelante, continuado por un tendón que se desliza bajo el retináculo superior e inferior de los músculos extensores. Se inclina lateralmente para fijarse por una extremidad ensanchada en la tuberosidad del **V metatarsiano**.

Acción

Es flexor dorsal, abductor y rotador lateral del pie.

Relaciones de los músculos precedentes

En la pierna

En el tercio superior se observan: el músculo tibial anterior y el músculo extensor largo de los dedos, el músculo tibial anterior situado medialmente contra la cara lateral de la tibia y el extensor largo de los dedos lateralmente. Más abajo, el músculo extensor largo del dedo gordo emerge medial al músculo extensor largo de los dedos, mientras que el músculo tercer fibular [peroneo] lo hace lateralmente. El pedículo vasculonervioso **tibial anterior** es profundo, aplicado contra la membrana interósea en el fondo del intersticio entre el tibial anterior y el extensor largo de los dedos, luego entre el extensor largo del dedo gordo, que lo cruza por delante, y el extensor largo de los dedos.

En la región anterior del tobillo

Se diferencian dos retináculos de los músculos extensores: superior e inferior. El **superior** es un engrosamiento de la porción distal de la fascia de la pierna que se dirige desde el maléolo lateral hacia la extremidad inferior de la tibia. El retináculo **inferior** está constituido por un plano superficial y un plano profundo, insertados lateralmente sobre el calcáneo por encima de la tróclea fibular [peroneal] y medialmente por dos cintillas distintas sobre el maléolo medial: la **rama superior**, sobre el hueso navicular, y la **rama inferior**, en el hueso cuneiforme medial. Estos dos planos, superficial y profundo, están unidos por tabiques anteroposteriores situados entre cada tendón, que se desliza, así, en un túnel fibroso que le es propio. El pedículo vasculonervioso es profundo a estos planos, y se sitúa entre los tendones de los músculos tibial anterior y extensor largo del dedo gordo (véase **fig. 66-35**). El retináculo de los músculos extensores separa, **adelante**, a los tendones de los planos superficiales que los cubren; **atrás**, los separan de la cara anterior de la articulación talocrural. Cada tendón posee una **vaina sinovial** propia que excede al retináculo por arriba y por abajo.

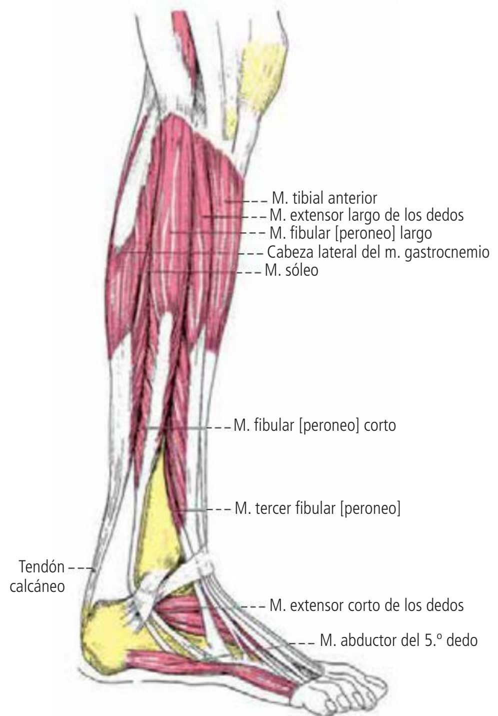


Fig. 66-24. Músculos del compartimento lateral de la pierna. Vista lateral. Pierna derecha.

En el dorso del pie

Todos los tendones son superficiales y están separados de la piel por la fascia dorsal del pie, las venas y los nervios superficiales del dorso del pie. Su cara profunda está aplicada a la cara dorsal de los tendones, del esqueleto y de las articulaciones del pie.

Vascularización e inervación

Los cuatro músculos reciben:

Arterias

Provienen de la **arteria tibial anterior**, están escalonadas perpendicularmente al tronco de la arteria. Las siguen sus venas satélites.

Nervios

El **músculo tibial anterior** recibe del **nervio fibular [peroneo] común** dos o tres ramos delgados que se originan en

la región lateral, atraviesan el tabique intermuscular, pasan por debajo del músculo extensor largo de los dedos y terminan en el músculo, al que llegan en su parte superior. Del **nervio fibular [peroneo] profundo** recibe dos filetes: uno superior que lo penetra por el tercio superior y otro inferior que lo penetra por el tercio inferior.

El **músculo extensor largo** de los dedos recibe ramos del **nervio fibular [peroneo] común** y un ramo del **nervio fibular [peroneo] profundo**.

Los **músculos extensor largo del dedo gordo** y el **tercer fibular [peroneo]** están inervados por el **nervio fibular [peroneo] profundo**, ramo terminal del nervio fibular [peroneo] común (L5, S1, S2).

Compartimento lateral de la pierna

Los músculos **fibular [peroneo] largo** y **fibular [peroneo] corto** ocupan el compartimento lateral de la pierna y terminan en el I y V metatarsiano, respectivamente.

Músculo fibular [peroneo] largo

El **músculo fibular [peroneo] largo** es el más superficial y el más largo de los dos músculos fibulares del compartimiento lateral. Se extiende desde la parte superolateral de la pierna hasta el I metatarsiano (**fig. 66-25**).

Inserciones y constitución anatómica

- **Inserciones superiores:** se distinguen tres grupos de fascículos:
  - El **superior** se inserta en la cara anterolateral de la cabeza de la fíbula [peroné]. Estos fascículos se extienden hasta el cóndilo lateral de la tibia, pasando por delante de la articulación tibiofibular.
  - El **anteroinferior** se inserta en el tercio superior del borde anterior de la fíbula [peroné] y en el tabique que lo separa del músculo extensor largo de los dedos.
  - El **posteroinferior** se inserta en la mitad superior de la cara lateral de la fíbula [peroné] y desciende más que la inserción precedente.
- **Constitución anatómica:** estos tres fascículos de inserción forman un túnel en forma de T en la porción superior del músculo. En la parte horizontal de la T termina el **nervio fibular [peroneo] común**, prolongado por su ramo terminal anterior, el **nervio fibular [peroneo] profundo**. En la parte vertical de la T, entre los haces inferiores, desciende el ramo terminal lateral: el **nervio fibular [peroneo] superficial**. Los tres fascículos se dirigen verticalmente hacia abajo y se reúnen para formar un músculo prismático alargado, que se continúa con un fuerte tendón en el cuarto inferior de la fíbula [peroné]. Ese tendón, cilíndrico, desciende por el canal retromaleolar lateral, se desliza sobre la cara lateral del calcáneo, cruza el borde lateral del pie, describe un codo con concavidad medial que lo introduce en el surco para el tendón del fibular [peroneo] largo (en el cuboides) y atraviesa en diagonal la cara plantar del pie.
- **Inserciones inferiores:** termina en la tuberosidad lateral de la base del **I metatarsiano** y envía expansiones fibrosas al cuneiforme medial, al II metatarsiano y al 1.er músculo interóseo dorsal.

Relaciones

A. En la pierna:

- **Arriba**, entre los fascículos de inserción, se observa la terminación del nervio fibular [peroneo] común.
- **Adelante**, con el músculo extensor largo de los dedos y el músculo tercer fibular [peroneo].
- **Lateralmente**, con la fascia y la piel.
- **Atrás**, con el músculo sóleo y el músculo flexor largo del dedo gordo.
- **Medialmente**, con la fíbula [peroné] arriba y con el músculo fibular [peroneo] corto abajo.

B. En la región del tobillo: cruza el ligamento colateral lateral de la articulación talocrural con el tendón del músculo fibular [peroneo] corto, que al principio está cubierto por él para luego colocarse por adelante. Los dos tendones a este nivel están contenidos en una **vaina fibrosa**, que primero es única pero que más abajo, en la cara lateral del calcáneo, se desdobla en dos vainas distintas. Dentro de estas, los tendones se deslizan por intermedio de una **vaina sinovial**, que también se divide abajo y termina en dos recesos.

C. En la planta del pie: el **tendón del músculo fibular [peroneo] largo** está rodeado por una segunda vaina sinovial. El ligamento calcaneocuboideo cubre al tendón del fibular [peroneo] largo, transformando en un túnel osteofibroso el canal óseo del cuboides, por el cual pasa, para dirigirse al metatarsiano. Ocupa el plano más profundo de la planta del pie y está cubierto por los músculos, vasos y nervios de esta región.

Vascularización

Proviene de la **arteria tibial anterior** y, de manera inconstante, de la arteria fibular [peronea].

Inervación

Dos ramos, superior e inferior, originados del **nervio fibular [peroneo] superficial**, lo penetran por su cara profunda (L4, L5, S1, S2).

Acción

El **músculo fibular [peroneo] largo** es **flexor plantar** del pie, al que lleva en **rotación lateral**. En el equilibrio transversal del pie es antagonista del músculo tríceps sural. Por su trayecto también es **sostén** de la bóveda plantar.

Músculo fibular [peroneo] corto

El **músculo fibular [peroneo] corto** se encuentra situado profundo al precedente. Es más corto que este, se extiende de la parte media de la región de la pierna al borde lateral del pie (**fig. 66-25**).

Inserciones y constitución anatómica.

A. Inserciones superiores: se realizan sobre el tercio medio de la cara lateral y en el borde anterior de la **fíbula [peroné]**, sobre los tabiques intermusculares que lo separan de los músculos vecinos.

B. Constitución anatómica: el músculo se dirige en sentido vertical hacia abajo y se continúa en un tendón aplanado que se refleja en la tróclea fibular [peroneal] del calcáneo y cruza

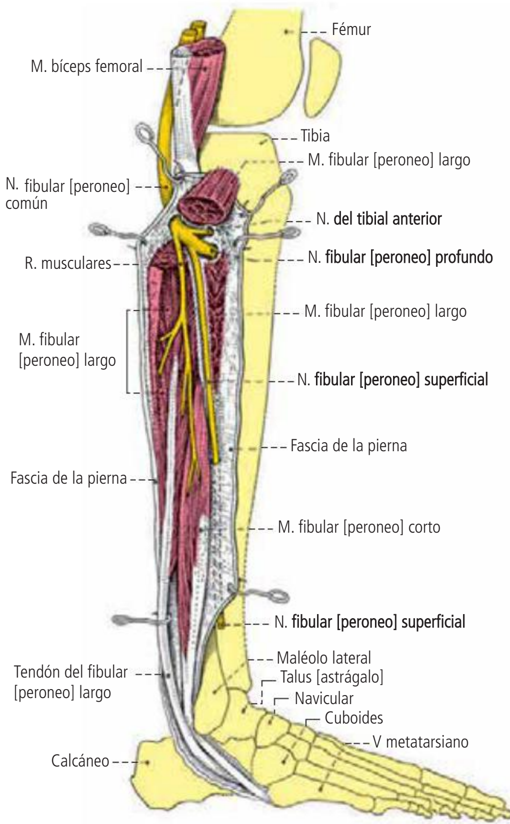


Fig. 66-25. Músculos fibulares [peroneos] laterales.

la cara correspondiente del calcáneo por encima del tendón del músculo fibular [peroneo] largo.

C. **Inserción inferior:** el tendón termina en el vértice de la tuberosidad en la base del **V metatarsiano**.

Relaciones

- **Cara superficial:** se relaciona arriba con el músculo fibular [peroneo] largo y, más abajo, con la fascia de la pierna y la fascia dorsal del pie.
- **Cara profunda:** cubre sucesivamente la fíbula [peroné], los ligamentos colaterales de la articulación talocrural y la cara lateral del calcáneo. Con el músculo fibular [peroneo] largo se desliza, aquí, en un túnel osteofibroso tapizado por una vaina sinovial propia.

Vascularización

Recibe en forma constante arterias provenientes de la **tibial anterior** y de la **fibular [peronea]** acompañadas de sus venas satélites.

Inervación

Recibe un ramo del **nervio fibular [peroneo] superficial** (L5, S1, S2), que lo penetra por su cara profunda en la parte media de la pierna.

Acción

El músculo fibular [peroneo] corto es **flexor plantar**, **abductor** y **rotador lateral** del pie.

Compartimento posterior de la pierna

Contiene siete músculos dispuestos en dos capas:

- **Una capa superficial:** con los músculos **gastrocnemio**, **sóleo** y **plantar**. Los dos primeros continúan hacia abajo por un tendón común, el tendón calcáneo, y constituyen el músculo **tríceps sural**, que da el nombre a la región sural.
- **Una capa profunda:** con los músculos **poplíteo**, **tibial posterior**, **flexor largo de los dedos** y **flexor largo del dedo gordo**.

Músculo tríceps sural

Este músculo, muy voluminoso, está formado, a su vez, por dos músculos, el **gastrocnemio** y el **sóleo**. Se extienden desde el fémur y desde los huesos de la pierna hasta el calcáneo, donde se insertan por intermedio del tendón calcáneo. Entre ambos reúnen tres cabezas de origen. El **músculo plantar** comparte con ellos el **plano muscular**, con una disposición similar y relaciones estrechas, si bien estrictamente no forma parte del tríceps sural.

Inserciones y constitución anatómica

A. **Músculo gastrocnemio** [músculos gemelos]: según su situación, se distinguen una cabeza lateral y una medial, que se insertan en el cóndilo femoral correspondiente (**fig. 66-26**).

- La **cabeza lateral** [gemelo lateral] se inserta en la parte posterior del cóndilo lateral y en el casquete condíleo lateral: cápsula articular de la rodilla. En esta inserción a menudo existe un hueso sesamoideo.
- La **cabeza medial** [gemelo medial] se inserta sobre el casquete condíleo medial, por detrás y debajo del tubérculo del aductor mayor, en la cara superior del cóndilo medial.
- Las dos cabezas musculares convergen, reuniéndose a la altura de la interlínea articular de la rodilla y forman un **músculo único** que se continúa con la cara posterior de una **lámina aponeurótica**, que ocupa la mayor parte de la cara anterior del cuerpo muscular y se estrecha hacia abajo, separándose del cuerpo muscular en la mitad de la pierna para unirse al tendón del sóleo.

B. **Músculo sóleo:** es un músculo ancho, situado en la cara profunda del gastrocnemio.

- **Inserciones superiores** (**fig. 66-27**): se inserta en la fíbula [peroné], en la tibia y en un arco fibroso que se extiende entre ambas inserciones.

–**Inserción peronea:** en la parte posterolateral de la cabeza de la fíbula [peroné], en la mitad posterior de su cara lateral, en el cuarto superior de su cara posterior y en el tabique intermuscular lateral.

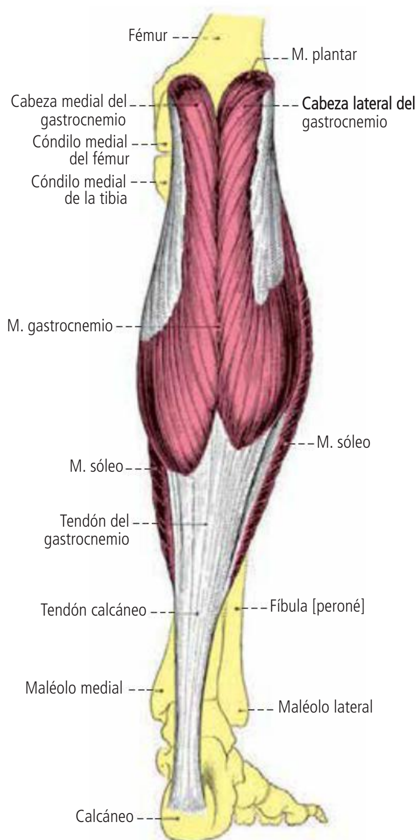


Fig. 66-26. Músculos del compartimento posterior de la pierna.

- **Inserción tibial:** en el labio inferior de la línea del sóleo, por debajo del poplíteo y en el tercio medio de su borde medial.
- **Arco tendinoso del sóleo** (**fig. 66-28**): un arco fibroso se tiende entre las inserciones precedentes, fijándose lateralmente en la cabeza de la fíbula [peroné], y desde aquí se dirige hacia abajo y termina en parte en la línea del sóleo, y en parte en la fascia del poplíteo. Por la parte anterior del arco, borde cóncavo, se relaciona con los vasos poplíteos y el nervio tibial. Por su borde posterior convexo se originan fascículos musculares que se entremezclan con los fascículos fibulares [peroneos] y tibiales.
- Entre las fibras musculares que forman el sóleo se encuentra una lámina tendinosa, más próxima a la cara profunda del músculo sóleo: es la **lámina tendinosa intramuscular del sóleo**. De su cara posterior se originan las fibras constitutivas del sóleo y cierto número de fibras nacen de la cara anterior. Las fibras musculares del sóleo transcurren: las **medias**, verticalmente; las **mediales**, oblicuas abajo y en sentido lateral; las **laterales**, abajo y medialmente para terminar en la cara anterior y en los bordes de una lámina **tendinosa superficial**, ancha arriba, que se estrecha hacia abajo y se fusiona a la **aponeurosis terminal del gastrocnemio** formando el **tendón calcáneo**.

C. Tendón calcáneo [de Aquiles]: se trata de la inserción terminal del tríceps sural. Es relativamente ancho arriba en su origen, se estrecha ligeramente hacia abajo. Desciende por detrás de la articulación talocrural, donde se estrecha. Luego vuelve a ensancharse, fijándose en los dos tercios inferiores de la cara posterior del **calcáneo**, del que se encuentra separado en su parte superior por una bolsa sinovial.

Relaciones

A. En la rodilla: el borde superomedial de cada cabeza del gastrocnemio constituye los bordes inferiores de la **fosa poplítea** [rombo poplíteo]. La cabeza lateral del gastrocnemio es cruzada en superficie por el bíceps femoral y el nervio fibular [peroneo] común. El semimembranoso y el semitendinoso cruzan la cabeza medial del gastrocnemio. La cara profunda de este cubre a la cápsula articular de la rodilla en su parte posterior y a su nivel. Situado entre ellos, y en profundidad, transcurre el **eje vasculonervioso poplíteo**, que se ubica de atrás hacia adelante y de lateral a medial: el **nervio tibial**, la **vena** y luego la **arteria poplítea**, a este nivel con sus ramas colaterales. A la altura de la interlínea articular, el **eje poplíteo** desaparece cubierto por el gastrocnemio, en el lugar donde las cabezas se fusionan por sus bordes axiales.

B. En la pierna: en sus dos tercios superiores el gastrocnemio es superficial, se encuentra profundo a la piel y el tejido subcutáneo, la vena safena menor y la fascia de envoltura. Hacia adelante, en la profundidad, la aparición del sóleo acentúa la situación profunda del **eje vasculonervioso**, el cual pasa profundo al arco del sóleo y origina hacia adelante los vasos tibiales anteriores. A partir de este punto se lo designa **eje tibial posterior**, del que se origina, hacia lateral, la arteria fibular [peronea]. Los vasos y nervios se colocan entre la cara profunda del sóleo y los músculos profundos, que los separan del plano óseo e interóseo. Medialmente, el músculo tríceps sural es superficial contra el borde de la tibia. Hacia la parte lateral se encuentra separado de los músculos fibulares [peroneos] largo y corto por un **tabique intermuscular**: el tabique intermuscular posterior de la pierna.

C. En el tercio inferior de la pierna y a nivel de la articulación talocrural: el músculo está representado por el **tendón calcáneo**. Atrás, es superficial; adelante, está separado de la articulación talocrural por un plano adiposo y por los tendones de los músculos profundos, acompañados por el eje vasculonervioso tibial posterior. Sus bordes delimitan, con el borde posterior de los maléolos, los **canales retromaleolares**.

Vascularización

Es muy rica, con **dos arterias gastrocnemias** [gemelas] destinadas una para cada cabeza del gastrocnemio y originadas de la arteria poplítea, y varias **colaterales** de la tibial posterior y de la fibular [peronea], destinadas al sóleo. Las venas, satélites de las arterias, están particularmente desarrolladas en el interior del músculo.

Inervación

Cada cabeza del gastrocnemio recibe en su parte superior un ramo del **nervio tibial** (S1, S2), que se divide en tres o cuatro ra-

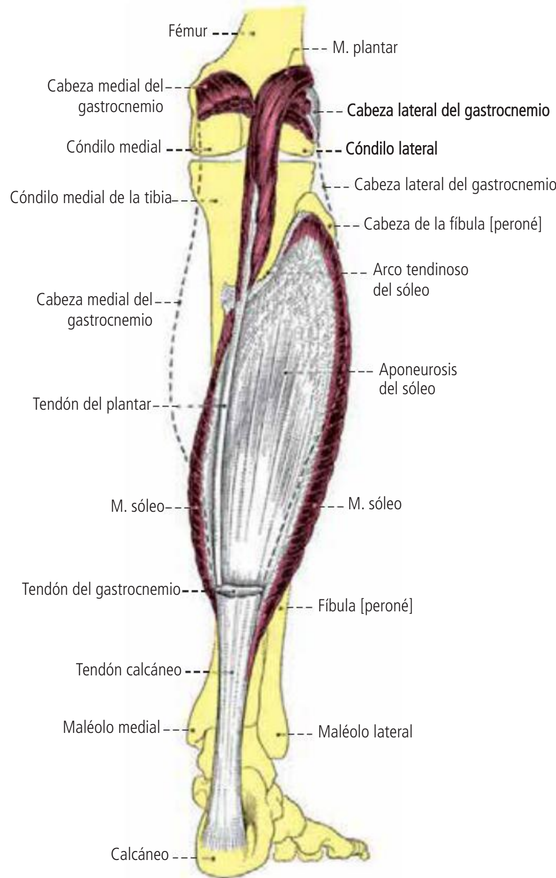


Fig. 66-27. **Músculo sóleo y plantar, luego de haberse extirpado el músculo gastrocnemio.**

mos que penetran en el músculo por su borde axial. El sóleo posee un nervio superior originado del **nervio tibial** que penetra en el músculo por su cara superficial, por debajo del arco del sóleo, y un nervio inferior, también procedente del **tibial**, que lo aborda por su cara profunda en su tercio medio o en el tercio inferior.

Acción

Es el más poderoso de los músculos **flexores plantares** del pie. También es rotador medial, y aplica contra el suelo, durante la marcha, el arco del pie. En este movimiento es antagonista del fibular [peroneo] largo. El gastrocnemio es accesoriamente flexor de la pierna sobre el muslo. Este músculo poderoso es solicitado en la marcha, la carrera y el salto. Tiene dos elementos frágiles: sus venas pueden desgarrarse en el esfuerzo y el tendón calcáneo está sujeto a degeneraciones distróficas y a roturas traumáticas en el esfuerzo.

Músculo plantar

Es un músculo rudimentario, satélite de la cabeza lateral del gastrocnemio (**fig. 66-27**). Se inserta en la parte más elevada del **cóndilo lateral del fémur**, en la cápsula de la rodilla y en el tendón de origen de la cabeza lateral del gastrocnemio. Se encuentra entre las dos cabezas del gastrocnemio y sus fibras musculares terminan en un tendón situado entre el gastrocnemio y el sóleo. Su tendón terminal, largo y delgado, sigue el borde medial del **tendón calcáneo**, con el cual comparte su inserción inferior. En algunos casos puede observarse que se pierde en la fascia de la región calcánea.

Músculo poplíteo

Es un músculo corto situado profundo al gastrocnemio y al músculo plantar. Une el cóndilo lateral del fémur a la tibia.

Inserciones y constitución anatómica

A. Inserciones superiores: se realizan por un tendón fuerte que emerge de una depresión situada en la cara cutánea del cóndilo lateral del fémur y por algunas fibras en el casquete condíleo (**fig. 66-29**). Este tendón se desliza sobre la cara lateral del cóndilo, después contra la cara lateral del menisco lateral, debajo de la cápsula articular. Pasa por detrás de la arti-

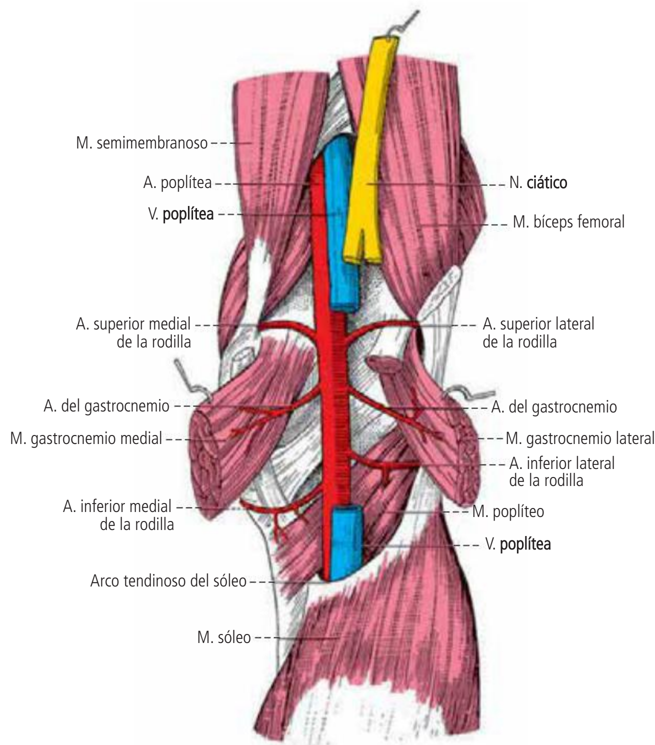


Fig. 66-28. Arco tendinoso del sóleo, vista posterior, lado derecho.

culación tibioperonea y emerge por debajo de la concavidad del **ligamento poplíteo arqueado**.

B. Cuerpo muscular: aplastado, triangular, se dirige abajo y medialmente, desplegándose en forma de abanico en la cara posterior de la tibia por encima de la línea del sóleo.

C. Inserciones inferiores: se efectúan en el labio superior de la línea del sóleo y en la cara posterior de la tibia, situada por encima de esta línea.

Relaciones

Es un músculo profundo, aplicado por su cara anterior a la cápsula articular y a la tibia. Su cara posterior está cubierta por los músculos gastrocnemio y plantar, y los vasos poplíteos con el nervio tibial, que descienden verticalmente.

Inervación e irrigación

Se halla inervado por el **nervio poplíteo**, ramo del tibial. Recibe ramas de las arterias vecinas: articulares inferiores, media y recurrente tibial posterior. Las venas satélites de estas arterias terminan en la vena poplítea.

Acción

Es flexor y rotador medial de la pierna sobre el muslo.

Músculo flexor largo de los dedos

El **músculo flexor largo de los dedos** es el músculo **medial** de la capa profunda, extendido desde la tibia hasta los cuatro últimos dedos. Es el músculo flexor tibial de Testut.

Inserciones y constitución anatómica

A. Inserciones superiores: se fija en el labio inferior de la línea del sóleo, inmediatamente por debajo del músculo sóleo, en el tercio medio de la cara posterior de la tibia, medial al músculo tibial posterior, y en el tabique fibroso que lo separa de este músculo (**figs. 66-29** y **66-30**).

B. Constitución anatómica: sus fibras carnosas se dirigen verticalmente abajo y vienen a reunirse en la cara anterior de un tendón fuerte que se desliza en el canal retromaleolar medial, con el tendón del músculo tibial posterior. Luego cambia de dirección y se dirige adelante y abajo, se flexiona para pasar bajo el sustentaculum tali, en el surco del flexor largo, junto con los elementos que atraviesan el túnel del tarso. Llega así a la planta del pie, cruza en forma de X el tendón del músculo flexor largo del dedo gordo, que es más profundo, recibe lateralmente al músculo cuadrado plantar y por último se divide en cuatro tendones terminales.

C. Inserciones inferiores: estos tendones divergen hacia sus respectivos dedos y se comportan de la misma forma que los

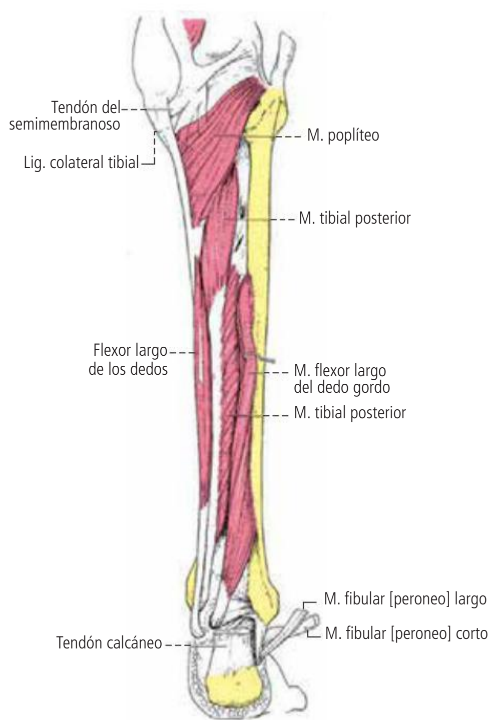


Fig. 66-29. Músculos del compartimento posterior de la pierna, porción profunda.

tendones del **músculo flexor profundo** de sus homólogos, los dedos de la mano. Se fijan, por consiguiente, sobre la base de la falange distal de los cuatro últimos dedos.

Acción

Es **flexor plantar** de los últimos dedos y **flexor plantar** del pie.

Músculo tibial posterior

Situado profundamente entre los dos músculos flexores largos, se extiende desde los dos huesos de la pierna hasta el borde medial del pie.

Inserciones y constitución anatómica

A. Inserciones superiores (**figs. 66-29** y **66-30**):

- En el labio inferior de la línea del sóleo, por debajo de la inserción de este músculo.
- En la cara posterior de la tibia, lateral al músculo flexor largo de los dedos.
- En la porción de la cara medial del peroné situada por detrás de la membrana interósea.
- En los dos tercios superiores de la membrana interósea de la pierna.
- En los tabiques que lo separan de ambos músculos flexores.

B. Constitución anatómica: las fibras descienden hacia un tendón situado primeramente lateral al músculo flexor largo de los dedos; después cruza a este último pasando profundo a él y en el canal retromaleolar medial por delante de este.

C. Inserción inferior (**fig. 66-31**): termina en la tuberosidad del navicular, enviando expansiones a los tres huesos cuneiformes y a los tres metatarsianos medios.

Acción

Es **flexor plantar**, **aductor** y **rotador medial** del pie.

Músculo flexor largo del dedo gordo [flexor propio del *hallux*]

El **músculo flexor largo del dedo gordo** es lateral al anterior y se extiende desde la fíbula [peroné] hasta el dedo gordo. Es el músculo flexor [peroneo] de Testut.

Inserciones y constitución anatómica

A. Inserciones superiores (**figs. 66-29** y **66-30**):

- Sobre los dos tercios inferiores de la cara posterior de la fíbula [peroné].
- En la parte inferior de la membrana interósea.
- En el tabique fibroso que lo separa de los músculos fibulares [peroneos] largo y corto.

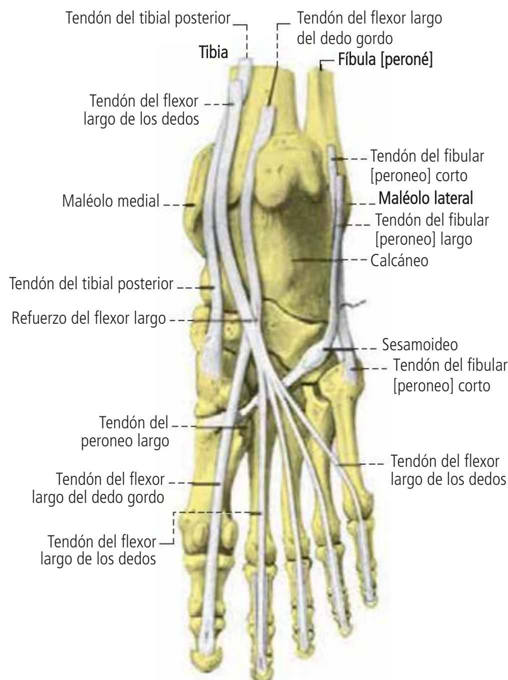


Fig. 66-30. Tendones de la planta del pie.

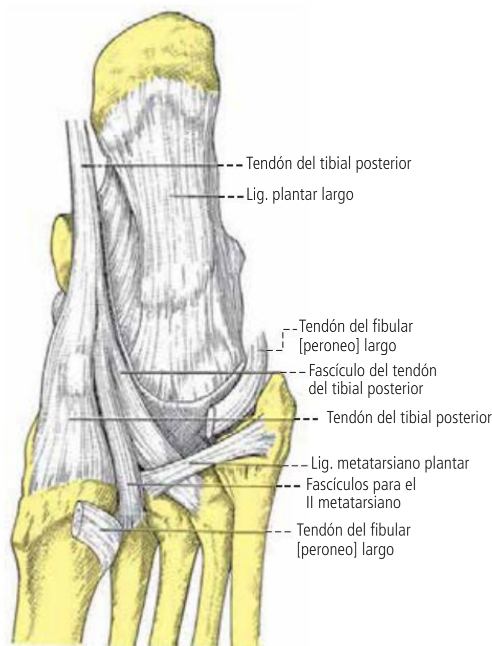


Fig. 66-31. Inserciones inferiores del músculo tibial posterior.

B. Constitución anatómica: sus fibras se dirigen abajo, en sentido medial, hacia un tendón fuerte que se desliza sucesivamente contra la extremidad inferior de la tibia, luego en la cara posterior del talus [astrágalo], para situarse en el surco del flexor largo del calcáneo. Llegado a la planta del pie, cruza la cara profunda del músculo flexor largo de los dedos, entre este y el plano óseo. El músculo flexor largo del dedo gordo le proporciona al músculo flexor largo de los dedos una fuerte expansión destinada a los tendones de los dedos 2.° y 3.°, al penetrar en la región plantar.

C. Inserción inferior: termina en la extremidad distal de la falange distal del dedo gordo.

Acción

Es **flexor plantar del dedo gordo** y de los dedos siguientes (según Testut, su nombre de flexor propio es incorrecto) ya que es, además, **flexor plantar del pie**.

Relaciones, vascularización e inervación de los músculos flexores largos y tibial posterior

Relaciones

- **En la región sural:** los tres músculos ocupan la cara posterior del esqueleto de la pierna y de la membrana interósea. Se encuentran cubiertos por la cara profunda del músculo sóleo. En el tejido que los separa pasa, medial y axialmente, el eje vasculonervioso tibial, y lateralmente, los vasos fibulares [peroneos].
- **A nivel de la región posterior del tobillo:** los tres tendones están primero detrás de la articulación talocrural, aplicados a ella por la fascia profunda de la pierna. El tendón del músculo tibial posterior es anterior y medial. De inmediato se observa el tendón del músculo flexor largo de los dedos, luego, más aislado, el tendón del músculo flexor largo del dedo gordo, acompañado por el nervio y los vasos tibiales. Este conjunto pasa en seguida bajo el **maléolo medial**, aplicado contra el sustentaculum tali y en el surco correspondiente en el calcáneo, por el retináculo de los músculos flexores. El espacio así creado es el **canal retromaleolar medial**, por el cual la región sural se comunica con la planta del pie. En su extremo distal se ubica el **túnel del tarso**, cubierto por el abductor del dedo gordo. Este canal está dividido por tabiques profundos dependientes del retináculo de los músculos flexores y, más abajo, de la aponeurosis profunda, de inserción del músculo aductor del dedo gordo. Se originan así tres túneles ocupados de arriba hacia abajo por los tendones de los **músculos tibial posterior**, **flexor largo de los dedos** y **flexor largo del dedo gordo**, siempre acompañados por el **eje vasculonervioso tibial**. Vasos y nervios se bifurcan aquí en vasos y nervios plantares (mediales y laterales). En este trayecto paraarticular, cada tendón dispone de una vaina sinovial propia que asciende por encima de la interlínea talocrural y que desciende hasta la interlínea transversotarsiana.
- **En la planta del pie:** mientras el músculo tibial posterior se detiene sobre el hueso navicular, los otros dos tendones recorren la planta del pie cruzando la cara profunda del músculo aductor del dedo gordo, luego del flexor corto de los dedos y la cara superficial de los músculos profundos. Aquí el músculo flexor largo de los dedos se halla reforzado por el músculo cuadrado plantar y presta inserción a los pequeños músculos lumbricales. La porción falángica de los tendones flexores dispone para cada dedo de una pequeña vaina sinovial.

Vascularización

Los **vasos tibiales posteriores** irrigan los músculos flexor largo de los dedos y tibial posterior. Los **vasos fibulares [peroneos]**, el músculo flexor largo del dedo gordo. Cada músculo recibe numerosas arterias transversales u oblicuas.

Inervación

Cada músculo recibe uno o varios ramos proporcionados por el **nervio tibial** (L5, S1, S2).

FASCIAS, VAINAS FIBROSAS Y CANALES

Fascias de la fosa poplítea

Hay dos fascias: una superficial y la otra profunda.

Fascia superficial

Tendida entre los bordes de la fosa poplítea, es una lámina fibrosa y resistente, más gruesa en su parte media. Se continúa hacia arriba con la fascia lata y hacia abajo, con la fascia de la pierna. Por su cara profunda en su mitad superior, emite dos prolongaciones que, después de haber tapizado la cara lateral del músculo bíceps femoral y la medial del músculo semimembranoso, se fijan en los bordes lateral y medial de la bifurcación de la línea áspera.

Fascia profunda

Tendida transversalmente desde la cara posterior del músculo gastrocnemio hacia el eje vasculonervioso de la región y entre los músculos semimembranoso y bíceps femoral, se pierde hacia arriba, detrás del nervio ciático y hacia abajo, en la cara posterior del músculo gastrocnemio sobre su fascia.

Se establecen así dos regiones: una **posterior**, comprendida entre ambas fascias, contiene la parte terminal de la **vena safena menor o parva**, antes de describir su arco para terminar en la vena poplítea, y el nervio cutáneo sural medial; otra **anterior**, más amplia, que contiene: la arteria y vena poplíteas, la terminación de la **vena safena menor o parva** con su arco, los nervios fibular [peroneo] común y tibial, así como nodos linfáticos poplíteos.

Fascias de la pierna

Se distinguen dos (**figs. 66-32** y **66-33**): superficial y profunda.

Fascia superficial

Constituye una vaina larga troncocónica incompleta, reforzada por fibras longitudinales y circulares entrecruzadas. **Hacia arriba**, se continúa con la fascia lata y con la de la fosa poplítea, insertándose sobre las salientes óseas, los cóndilos tibiales, la cabeza de la fíbula [peroné] y la patela [rótula]. **Abajo**, sobre el retináculo de los músculos flexores, extensores y fibulares [peroneos].

Por debajo del maléolo medial, la fascia superficial se dirige hacia el tendón calcáneo, al que contiene en un desdoblamiento cuando este se desprende del cuerpo muscular. En **toda su altura** se inserta en los bordes lateral y medial de la tibia donde se confunde con el periostio.

Esta fascia es reforzada, arriba y en sentido medial, por expansiones aponeuróticas de los tendones de la **pata de ganso**, en especial de sus integrantes: los músculos semitendinoso y sartorio. Arriba y lateralmente, por expansiones de las fibras del tensor de la fascia lata y el bíceps femoral.

Fascia profunda

Es una lámina interpuesta entre las capas superficial y profunda de los músculos de la región posterior de la pierna y de la región sural. Se inserta:

- Medialmente, en la cara posterior y el borde lateral de la tibia, entre las inserciones de los músculos sóleo y flexor largo de los dedos.
- Lateralmente, en la cara posterior del cuerpo de la fíbula [peroné], entre las inserciones de los músculos sóleo y tibial posterior y sobre el borde lateral de la fíbula [peroné], por detrás de las inserciones del músculo flexor largo del dedo gordo. Entre estas inserciones, la fascia se tiende cubriendo los músculos flexores de los dedos, el tibial posterior y las arterias, venas y nervios tibiales y los vasos fibulares. En la parte inferior de la pierna, aplica los tendones de los músculos precedentes y los elementos vasculonerviosos a la cara posterior de la articulación talocrural y se adhiere a la cara posterior de los maléolos, uniéndose a la cara profunda de la fascia superficial.

A nivel de la articulación talocrural, región del tobillo, origina tres expansiones por su cara profunda: dos tibiales, ambas insertadas en la epífisis inferior de la tibia: la primera separa los tendones del tibial posterior y del flexor largo de los dedos; la segunda se fija en el borde lateral del surco del tendón del flexor largo de los dedos y lo separa del tendón del flexor largo del dedo gordo; la expansión fibular [peronea] se inserta en la parte baja de la fíbula [peroné] y separa el flexor largo del dedo gordo de los tendones de los músculos peroneos.

Se forman así **cuatro vainas tendinosas** que, de medial a lateral, son: la vaina del tibial posterior, la del flexor largo de los dedos, la del flexor largo del dedo gordo y la de los fibulares [peroneos] largo y corto. En ellas se deslizan los tendones rodeados de su sinovial.

Tabique intermuscular anterior y posterior de la pierna

De la cara profunda de la fascia de la pierna se destacan dos tabiques; ambos se fijan en la fíbula [peroné] (véanse **figs. 66-32** y **66-33**): un **tabique anterior**, que se fija en el borde anterior de la fíbula, y otro **posterior**, que lo hace en el borde lateral del hueso. Estos tabiques y la membrana interósea de la pierna agrupan a los siguientes músculos en el **compartimento anterior de la pierna**: tibial anterior, extensor largo de los dedos, extensor largo del dedo gordo y tercer fibular [peroneo].

El **tabique intermuscular posterior** está constituido por una lámina fibrosa vertical, que separa los músculos del **compartimento posterior de la pierna** de los músculos fibulares [peroneos]. Se origina de la cara profunda de la fascia de la pierna para fijarse en la cara posterior de la fíbula [peroné].

En el **compartimento posterior de la pierna**, una lámina fascial profunda divide esta región en dos: **superficial**, que comprende al tríceps sural, superficial a esta fascia; otra **profunda**, para los músculos tibial posterior, flexor largo de los dedos y flexor largo del dedo gordo.

Vainas fibrosas de los tendones de los músculos de la pierna

Estos ligamentos aplican contra el plano osteoarticular a los tendones que desde la región de la pierna se dirigen al pie. Constituyen los retináculos de los músculos extensores superior e inferior, el retináculo de los músculos flexores y el retináculo superior e inferior de los músculos fibulares [peroneos].

Retináculo superior de los músculos extensores

Se trata de un engrosamiento anterior e inferior de la fascia de la pierna, oblicuo; se dirige desde el maléolo lateral hacia la extremidad distal de la tibia (**fig. 66-34**). Es superficial a los músculos extensores.

Retináculo inferior de los músculos extensores

El **retináculo inferior de los músculos extensores** [ligamento en "Y" o anular anterior del tarso] se inserta: lateralmente, en la tróclea fibular [peroneal], en la parte posterior y lateral del calcáneo y en la parte lateral del seno del tarso (**figs. 66-34** y **66-35**). Es una banda fibrosa y gruesa que se dirige hacia arriba y medialmente y se divide en:

A. La **lámina superior o superficial**, que cruza la cara anterior del tercer fibular [peroneo] y del extensor largo de los dedos para insertarse en la parte distal del borde anterior de la tibia y en el maléolo medial, para lo cual cruza por ade-

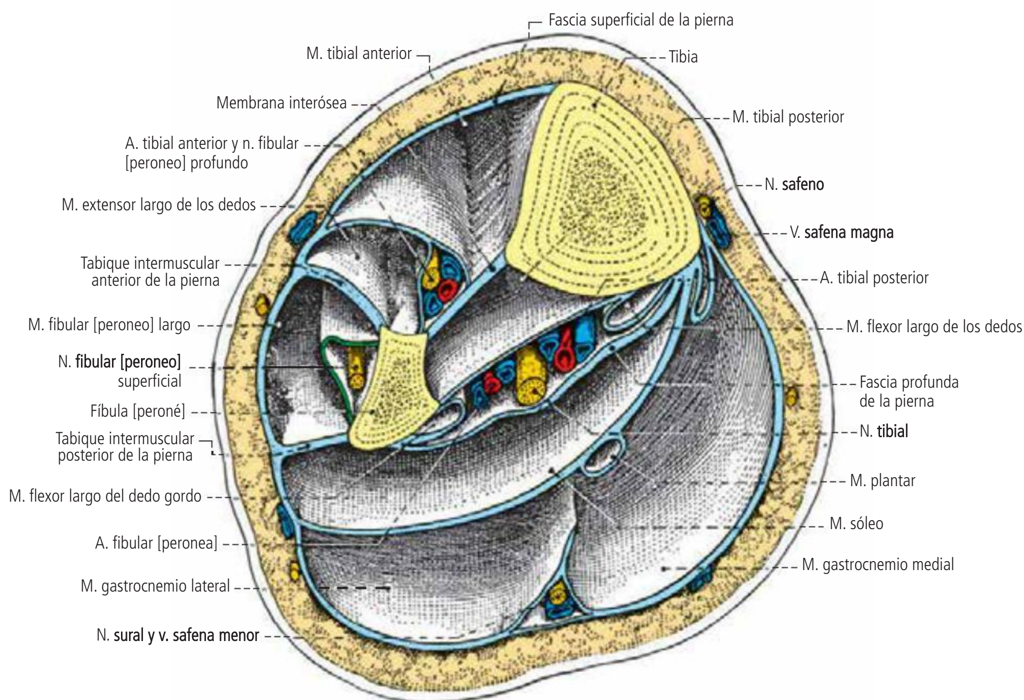


Fig. 66-32. **Corte de la pierna derecha en el tercio superior (segmento superior del corte). Se esquematizan las fascias y los compartimentos**

lante al flexor del dedo gordo y el tibial anterior. De la cara profunda de esta lámina se destacan dos tabiques que contornean los tendones del extensor largo de los dedos y del extensor largo del dedo gordo, para fusionarse e insertarse en el calcáneo por dentro del origen del retináculo. Esta lámina contiene al tibial anterior y se fija en la parte inferior de la cresta tibial, en la cara medial de la tibia y en el maléolo medial.

B. La **lámina inferior** parece desprenderse del borde inferior de la precedente por delante del extensor largo de los dedos y el extensor largo del dedo gordo, a los que cruza transversalmente en sentido medial, para fijarse, pasando por delante del tibial anterior, en la cara medial del hueso navicular, en el cuneiforme medial y sobre el borde medial de la aponeurosis plantar. Aquí, cada tendón es contorneado de medial a lateral por esta lámina, las que se fusionan entre sí y se aplican a la cara profunda del retináculo para fijarse lateralmente en el calcáneo y en el seno del tarso por detrás de las inserciones del músculo flexor corto de los dedos. Se determinan así dos correderas tendinosas:

- Una **lateral**, potente y sólida, para los tendones del extensor largo de los dedos y del tercer fibular [peroneo].
- Otra **medial**, más delgada, para el extensor largo del dedo gordo. Estas se comportan como poleas de reflexión para los tendones.

El músculo extensor corto de los dedos, en la parte lateral de la corredera del tendón largo de los dedos, se insinúa entre los dos fascículos, superficial y profundo, donde se inserta por fibras carnosas.

El paquete vasculonervioso tibial anterior queda aplicado contra la cara anterior de la articulación talocrural, y debajo del fascículo profundo o frondiforme.

Por sus bordes superior e inferior se continúa con la fascia de la pierna y la fascia dorsal del pie, respectivamente.

Retináculo de los músculos fibulares [peroneos]

Está constituido por dos fascículos (**fig. 66-36**):

- **Superior**, se extiende desde el borde lateral del surco retromaleolar lateral y el vértice del maléolo fibular [peroneo] hasta la cara lateral del calcáneo. Aplica los tendones de los músculos fibulares contra el surco retromaleolar y contribuye a la formación de su corredera osteofibrosa.
- **Inferior**, es paralelo al precedente, se inserta en la cara lateral del calcáneo por encima y por debajo de los surcos de los tendones fibulares [peroneos] largo y corto, y en la tróclea fibular [peroneal] de este hueso. Aplica los tendones de los fibulares, el corto arriba y el largo abajo, contra la cara lateral del calcáneo, con lo cual contribuye a formar los **frenos de**

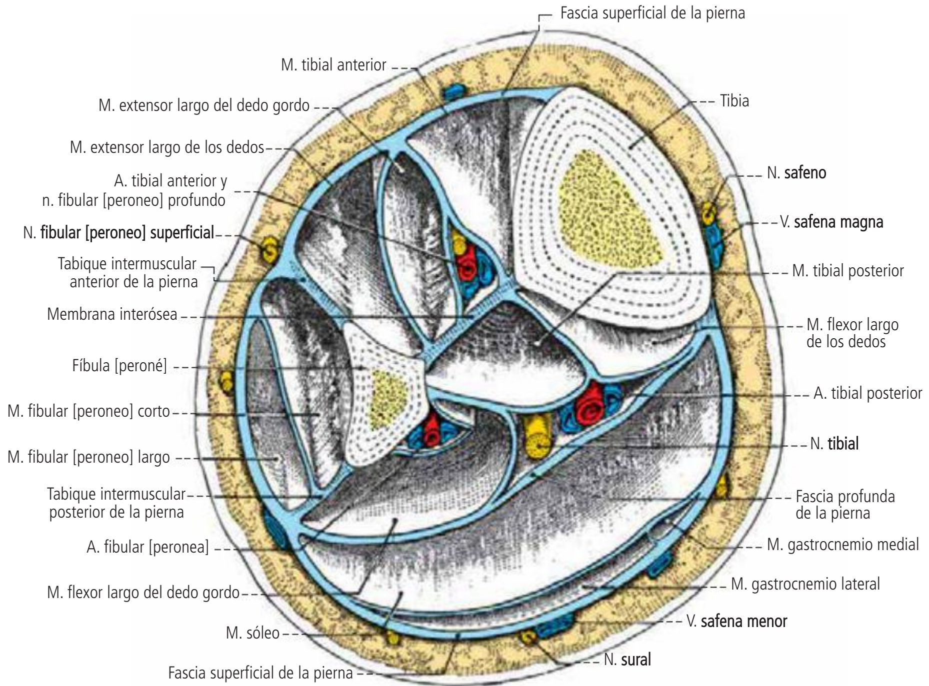


Fig. 66-33. **Corte de la pierna derecha (horizontal); unión de los tercios medio e inferior; espacios ocupados por los músculos** de la pierna.

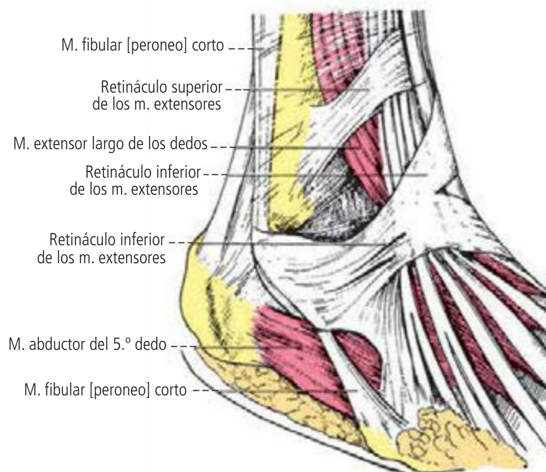


Fig. 66-34. **Articulación talocrural, cara lateral. Retináculos de la pierna.**

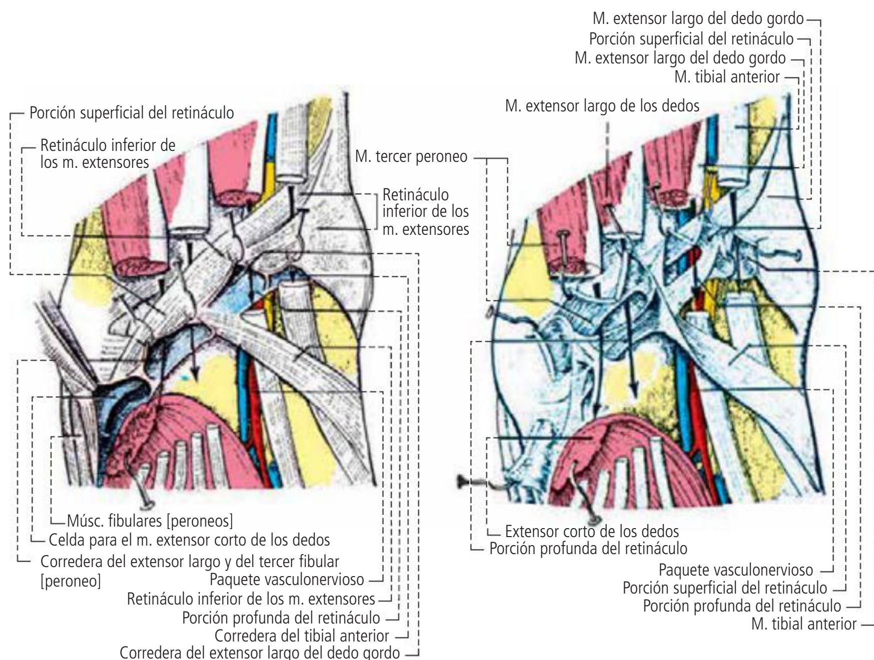


Fig. 66-35. Retináculo inferior de los músculos extensores. Se exponen las dos porciones del retináculo y sus correderas tendinosas. A la derecha se realizaron incisiones en la pared anterior de las correderas tendinosas para observar su pared posterior.

los fibulares [peroneos], superior para el corto e inferior para el largo.

Retináculo de los músculos flexores

Es una potente formación fibrosa superficial y de forma cuadrilátera, que se inserta sobre la parte posterior de la cara medial del maléolo medial y desde aquí salta en puente hacia la parte posterior de la cara medial del calcáneo y sobre el proceso [apófisis] medial de su tuberosidad, donde se expande hacia arriba, sobre el borde medial del tendón calcáneo y, hacia abajo, a la aponeurosis plantar, parte medial (**fig. 66-36**). Transforma así el **surco óseo del calcáneo** para el flexor largo del dedo gordo en un conducto osteofibroso: el **túnel del tarso**, que contiene los tendones de los músculos profundos de la región posterior de la pierna y el pedículo vasculonervioso tibial posterior, en su trayecto a la planta del pie. Se distinguen:

- **Pared lateral o profunda**, corresponde a la cara medial del calcáneo comprendida desde el sustentaculum tali hasta el proceso [apófisis] medial de la tuberosidad, tapizada por el fascículo medial del cuadrado plantar o flexor accesorio. Hacia arriba, corresponde al borde posterior del maléolo medial, la cara medial del talus [astrágalo] a este nivel y el ligamento colateral medial o deltoideo de la articulación talocrural.
- **Pared medial o superficial:** se distinguen dos partes, una **superior**, representada por el retináculo de los músculos flexores, que corresponde a las dos hojas de la fascia superficial posterior de la pierna, íntimamente fusionadas; otra **inferior**, musculoligamentosa, constituida por la parte inferior de este retináculo y el músculo aductor del dedo gordo contenido en un desdoblamiento de la fascia. El músculo aductor del dedo gordo se ubica más como un músculo del borde medial del pie, con una cara medial o superficial y una cara lateral o profunda, que como músculo de la planta del pie.
- **Tabiques del canal retromaleolar medial:** en la **porción superior**, el retináculo de los flexores emite hacia la profundidad septos que limitan las vainas osteofibrosas de los tendones del tibial posterior, del flexor largo de los dedos y del flexor largo del dedo gordo. Del mismo modo, una de las expansiones forma una vaina superficial para los elementos vasculonerviosos. En la **porción inferior** existen dos vainas, correderas osteofibrosas, y una vaina vasculonerviosa. La vaina del tibial posterior no pertenece aquí, pues termina en la tuberosidad del navicular. La **vaina osteofibrosa del flexor largo de los dedos** adhiere al borde saliente del sustentaculum tali, en íntima relación con el revestimiento profundo del aductor del dedo gordo. La **vaina osteofibrosa del flexor largo del dedo gordo** es profunda y corresponde a la cara inferior del sustentaculum tali. De la fascia que existe en la

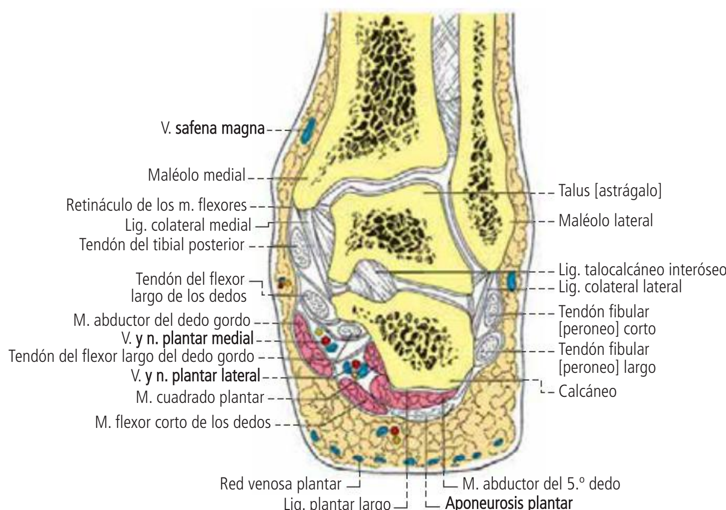


Fig. 66-36. **Corte coronal de la articulación talocrural y del tarso posterior, lado derecho, segmento anterior.**

cara profunda del aductor del dedo gordo se observan dos expansiones en relación con los elementos vasculonerviosos: una anterior, situada por encima de los elementos plantares mediales, que separa a estos de la vaina del flexor largo del dedo gordo, y otra posterior, que corresponde al borde posterior libre del tabique intermuscular medial, que separa los elementos vasculonerviosos plantares mediales de los plantares laterales [espolón de Richet]. De la misma manera, el tabique intermuscular lateral de la planta del pie se inclina hacia el **túnel del tarso**, conducido por el fascículo medial de inserción del músculo abductor del 5.º dedo y forma otra expansión que separa los elementos plantares laterales del pedículo vasculonervioso de este músculo (Dujarier). Así, los tres compartimentos de la planta del pie comunican con el **canal retromaleolar medial**.

Vainas sinoviales

Cada una de las vainas osteofibrosas que hemos mencionado se encuentra tapizada por una vaina sinovial, dispuesta adelante en las regiones anterior y posterior del tobillo (**fig. 66-37**). Estas ascienden hasta 3 o 4 cm promedio, por encima de la interlínea talocrural, y descienden más o menos según el punto de inserción del tendón que se considere.

Es necesario hacer notar que el tendón del músculo peroneo largo dispone de una segunda vaina sinovial en su trayecto en la planta del pie. Estas vainas sinoviales facilitan el juego de los tendones en esta región extremadamente móvil.

MÚSCULOS DEL PIE

Se cuentan veintiún músculos propios del pie, de los cuales dos están ubicados en la cara dorsal y diecinueve en la cara plantar. Se retendrá fácilmente su disposición si se recuerda la de los músculos de la mano, exceptuando a la cara dorsal del pie, que no está representada en la mano.

Región dorsal

Músculo extensor corto de los dedos [músculo pedio] y músculo extensor corto del dedo gordo

Los músculos **extensor corto de los dedos del pie y del dedo gordo** se extienden desde el tarso posterior hasta los cuatro primeros dedos.

Inserciones y constitución anatómica

Se insertan en forma conjunta por **atrás**, en la parte anterior de la cara dorsal y lateral del **calcáneo** y en los fascículos fibrosos del **seno del tarso** (fundamentalmente, el extensor corto del dedo gordo) (**fig. 66-38**).

El cuerpo muscular del **extensor corto del dedo gordo**, de forma ahusada y plano, se dirige en dirección oblicua hacia adelante y medialmente, hacia la **base de la falange proximal del dedo gordo *(hallux)***, donde se inserta por medio de un tendón delgado.

El cuerpo muscular del **extensor corto de los dedos** se divide en tres fascículos con dirección anterior y medial, cada uno de los cuales termina en un tendón delgado. Estos tendones se unen al **tendón del músculo extensor largo** correspondiente, a la altura de la articulación metatarsofalángica. No proporciona ningún fascículo al quinto dedo.

Relaciones

Sus caras **superficiales** están cubiertas por la fascia dorsal del pie y, más adelante, por los tendones del músculo extensor

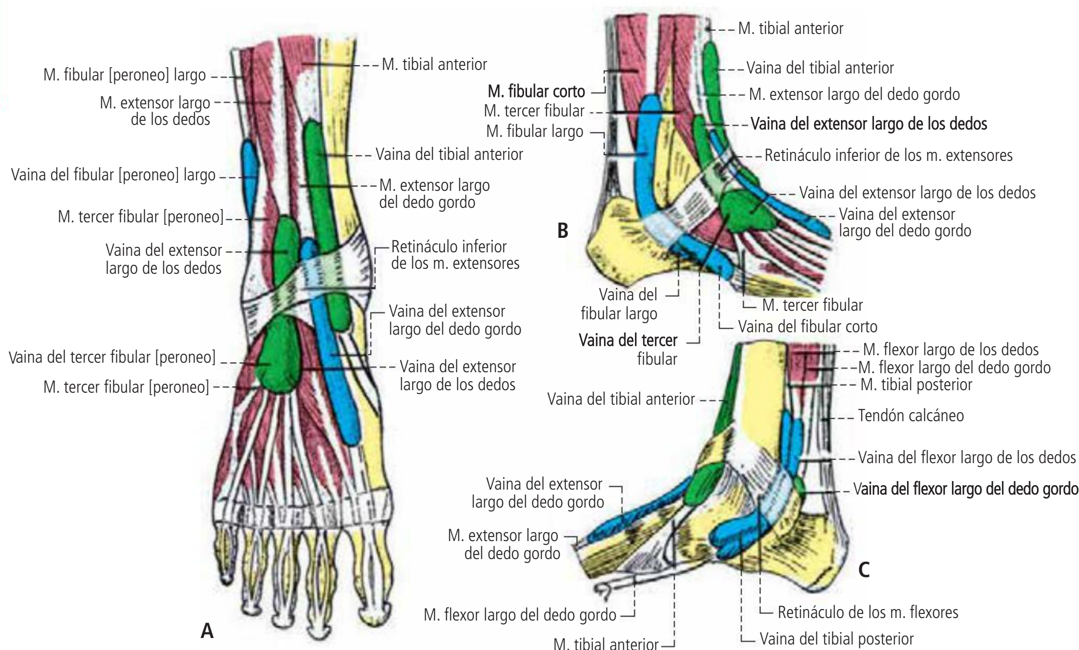


Fig. 66-37. Vainas sinoviales de los tendones de los músculos de la pierna. A. vista anterior; B. vista lateral; C. vista medial.

largo de los dedos y del tercer fibular [peroneo]. Sus caras **profundas** cubren el tarso, el metatarso y los espacios interóseos.

Al **borde medial** del extensor corto del dedo gordo lo sigue la **arteria dorsal del pie**.

El **borde lateral** del extensor corto de los dedos contacta con el cuboides y después con los metatarsianos.

Vascularización

Proviene de los **vasos dorsales del pie**.

Inervación

Están inervados por la rama lateral del **nervio fibular [peroneo] profundo**, que pasa profundamente al músculo extensor corto del dedo gordo, inervándolo, y proporciona un ramo para el extensor corto de los dedos.

Acción

Son **auxiliares** de los músculos **extensores largos** de los dedos y del dedo gordo, extienden a los cuatro primeros dedos sobre el metatarso. Aseguran el eje anteroposterior del movimiento extensor, debido a la dirección oblicua de los tendones extensores con respecto al eje de los dedos.

Región plantar

En ella los músculos forman tres grupos: **medial**, músculos del dedo gordo; **lateral**, músculos del quinto dedo, y **medio**, músculos del II al IV dedo.

Músculos del grupo medial son el **abductor**, el **flexor corto** y el **aductor del dedo gordo**.

Músculo abductor del dedo gordo [aductor del *hallux*]

Inserciones y constitución anatómica

Atrás, se inserta en el proceso [apófisis] medial de la tuberosidad calcánea, en la parte inferior y anterior del retináculo de los músculos flexores y en la tuberosidad del navicular (**fig. 66-39**). Grueso atrás, se aplasta al dirigirse hacia adelante, donde se prolonga en un tendón que rodea al sesamoideo medial a nivel de la cabeza del **I metatarsiano** y se inserta en la cara medial de la **base de la falange proximal del dedo gordo**, enviando hacia el dorso una expansión para el tendón extensor de este dedo.

Relaciones

Su **cara superficial** es más medial que inferior, y está cubierta por una fascia y la piel en toda su extensión. Su **cara profunda** presenta una fascia que prolonga hacia atrás al tendón y de la que se originan **dos tabiques fibrosos**: el **medial**, que se fija en el sustentaculum tali del calcáneo y separa a los tendones flexores de los vasos plantares mediales, y el **lateral** [espolón de Richet], que se fija en el fondo del surco del flexor largo, separando a los vasos y los nervios plantares mediales de los laterales. Más adelante, el músculo cubre al flexor corto del dedo gordo.

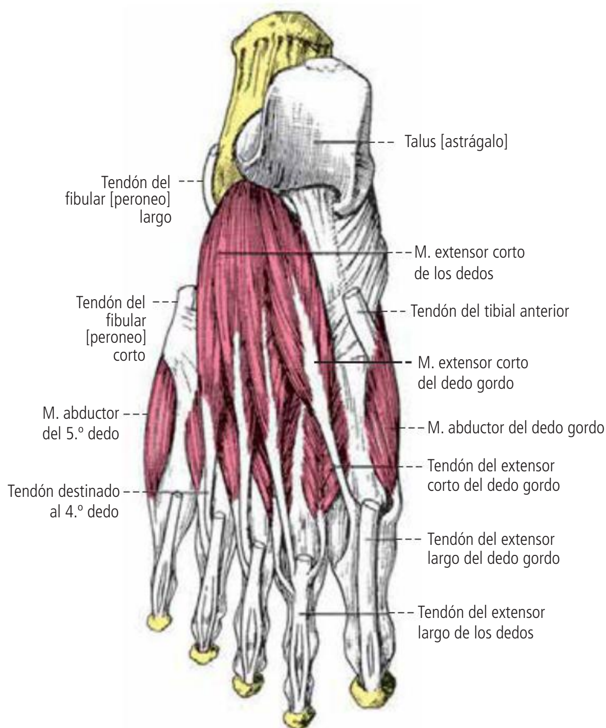


Fig. 66-38. Pie visto por su cara dorsal después de la extirpación de los tendones superficiales.

Inervación

El **nervio plantar medial** le proporciona su inervación, esta penetra al músculo por su borde superior.

Acción

Flexor y **abductor del dedo gordo**, lo separa del 2.º dedo.

Músculo flexor corto del dedo gordo [del hallux]

Profundo en relación con el precedente, es más corto.

Inserciones y constitución anatómica

Se inserta **atrás** en el cuboides, en el cuneiforme medial y en las expansiones plantares del tibial posterior (**figs. 66-39** y **66-40**). El **cuerpo muscular** aplanado se divide en una **cabeza medial** y una **lateral**, que rodean al tendón del **flexor largo** del dedo gordo. El tendón de la **cabeza medial** se une al tendón del abductor del dedo gordo y con este rodea al sesamoideo medial y se inserta en la parte medial de la **falange proximal** del dedo gordo. El tendón de la **cabeza lateral** alcanza al músculo aductor del dedo gordo y termina, como este, en el sesamoideo lateral y en la parte lateral de la falange proximal del dedo gordo.

Relaciones

Por su **cara superficial**, con el músculo abductor del dedo gordo que lo cubre en parte y con el tendón del flexor largo de este dedo que cursa entre sus dos fascículos como en un canal. Su **cara profunda** cubre el I metatarsiano y el tendón del fibular [peroneo] largo.

Inervación

Comparable al flexor corto del pulgar, tiene doble inervación: el **fascículo medial** es inervado por el **nervio plantar medial**, y el **fascículo lateral** puede estar inervado como el precedente o bien por un ramo originado del **nervio plantar lateral**, como ocurre en la mano con el flexor corto del pulgar.

Acción

Es **flexor** del dedo gordo.

Músculo aductor del dedo gordo [abductor del *hallux*]

Está situado lateralmente al precedente, en el plano profundo de la planta del pie.

Inserciones y constitución anatómica

Homólogo del aductor del pulgar, en la mano, posee **dos cabezas** (**fig. 66-40**):

- **Cabeza oblicua**, originada en la cara inferior del **hueso cuboides** y en el extremo posterior del III y IV metatarsiano, así

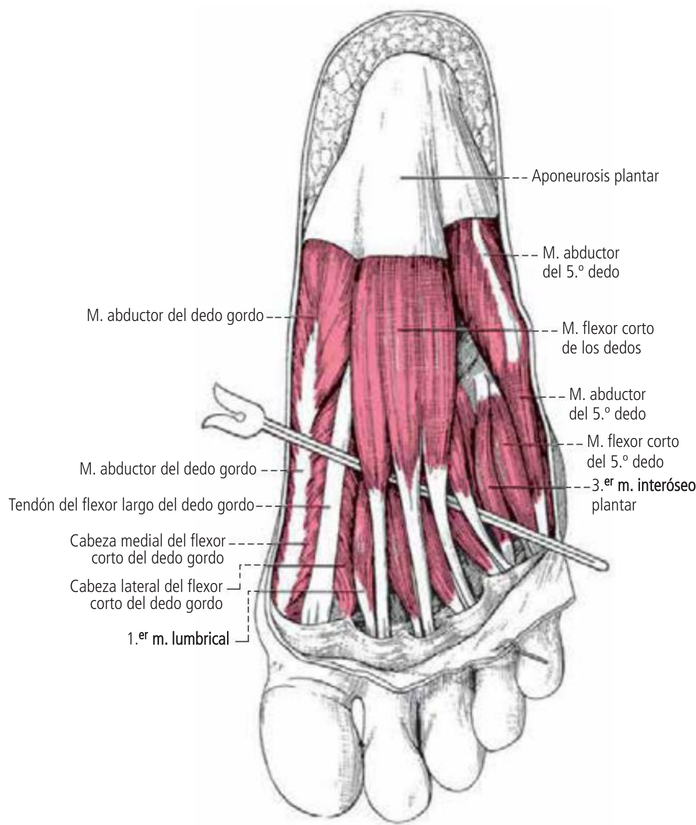


Fig. 66-39. **Músculos de la planta del pie, capa superficial.**

como en la vaina fibrosa del tendón del fibular [peroneo] largo. Se dirige hacia la base de la falange proximal del dedo gordo y termina en el **sesamoideo lateral** y, por medio de este, en la parte lateral de la **base de la falange proximal**.

- **Cabeza transversa**, se origina por tres o cuatro lengüetas en la parte fibrosa de las **articulaciones metatarsofalángicas** de los cuatro últimos dedos. Se dirige transversal y medialmente para fijarse en la vaina del flexor largo del dedo gordo con una expansión dorsal al tendón del extensor largo de este dedo. También se fija en el **sesamoideo lateral** del dedo gordo.

Relaciones

Profundo, está oculto por el flexor corto de los dedos y por los tendones del flexor largo de los dedos junto con el cuadrado plantar. Se aplica sobre la 2.ª fila del tarso, los metatarsianos y los músculos interóseos.

Inervación

Ambos fascículos están inervados por un ramo profundo del **nervio plantar lateral**.

Acción

Flexor y **aductor** del dedo gordo.

Músculos del grupo lateral, comprenden tres músculos: el **abductor**, el **flexor corto** y el **oponente del quinto dedo**.

Músculo abductor del quinto dedo

Es el más superficial y más largo de este grupo.

Inserciones y constitución anatómica

Se inserta por atrás, mediante dos fascículos, en los procesos [apófisis] medial y lateral de la **tuberosidad calcánea**, en la aponeurosis plantar y en el tabique que lo separa del flexor corto de los dedos (**fig. 66-39**).

El cuerpo muscular sigue el borde lateral del pie y se continúa por un tendón que **termina** en la parte lateral de la base de la falange proximal del quinto dedo.

Relaciones

Es superficial, situado en su mayor parte profundo a la fascia plantar y cubierto por la piel, excepto el fascículo que se inserta

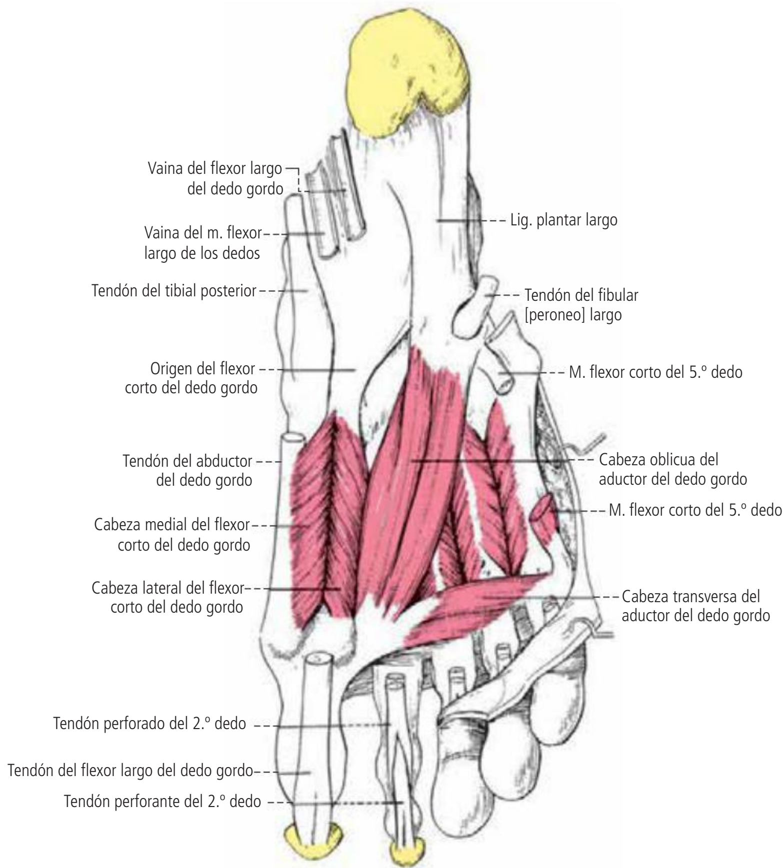


Fig. 66-40. **Músculos de la planta del pie, capa profunda.**

en el proceso [apófisis] medial de la tuberosidad calcánea que pasa entre el flexor corto de los dedos y la cara inferior del calcáneo a este nivel.

Cubre al cuadrado plantar, al ligamento calcaneocuboideo y al fibular [peroneo] largo, contenido en su vaina, y al flexor corto del quinto dedo (**fig. 66-41**).

Inervación

Está inervado por un ramo del **nervio plantar lateral** que se origina en el canal retromaleolar medial y lo aborda en el fascículo posteromedial.

Acción

Flexor y **abductor** del quinto dedo.

Músculo flexor corto del quinto dedo

Situado profundamente con respecto al anterior, que lo cubre. Es más corto y más delgado que este último.

Inserciones y constitución anatómica

Se inserta en la **vaina del fibular** [**peroneo**] **largo**, a la altura del cuboides, en el extremo posterior del V metatarsiano (**figs. 66-39** y **66-41**). Desde aquí se dirige hacia adelante y se inserta por un tendón aplanado en la base de la **falange proximal del quinto dedo**.

Relaciones

Su cara superficial está cubierta por el **abductor**, su cara profunda se aplica sobre el V metatarsiano y el 4.º espacio intermetatarsiano.

Inervación

La recibe del **nervio plantar lateral** por un ramo que lo penetra cerca de su borde medial.

Acción

Flexor del quinto dedo.

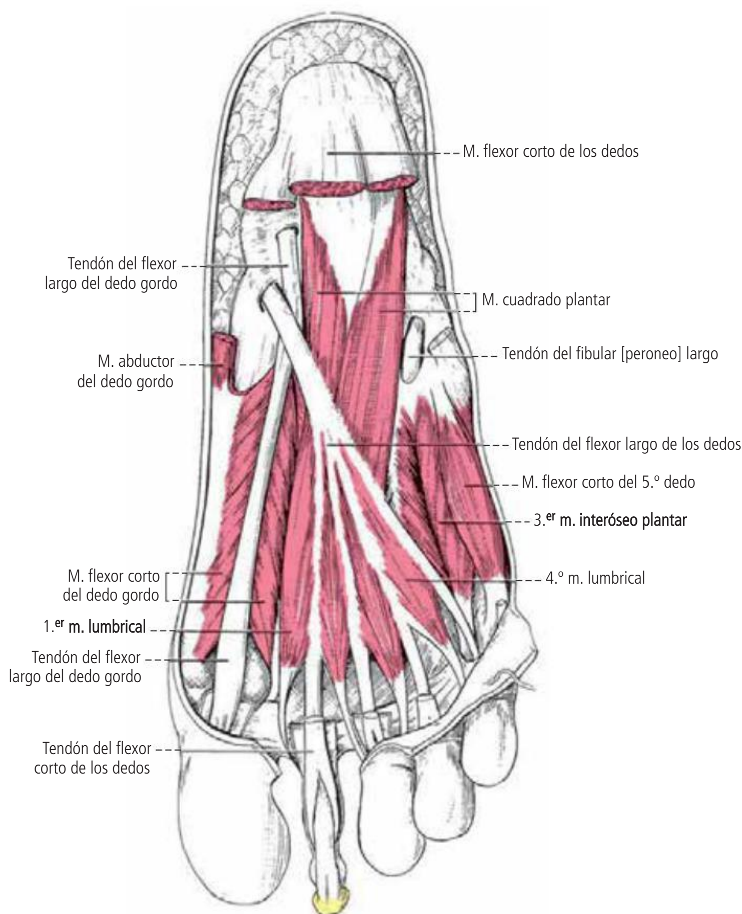


Fig. 66-41. Músculos de la planta del pie, capa media.

Músculo oponente del quinto dedo

Está situado profundamente al flexor corto del quinto dedo. Es inconstante.

Sus **inserciones posteriores** son comunes con las del flexor corto, pero se separa de él después de un trayecto variable, para insertarse en los dos tercios anteriores de la diáfisis del V metatarsiano. Comparte las relaciones del flexor corto, situado de modo más superficial. Como este, está inervado por un ramo procedente del **nervio plantar lateral**.

Al igual que el precedente, es **flexor** del quinto dedo.

Músculos del grupo medio: están situados entre los grupos precedentes. De la superficie a la profundidad, se encuentran: el **flexor corto de los dedos**, el **músculo cuadrado plantar**, los **músculos lumbricales** e **interóseos**.

Músculo flexor corto de los dedos

Corto y cuadrilátero, se extiende desde el calcáneo hasta los cuatro últimos dedos.

Inserciones y constitución anatómica

Se inserta: **atrás**, en el proceso [apófisis] medial de la tuberosidad calcánea, en los 3 o 4 cm posteriores de la aponeurosis plantar, en los **tabiques fibrosos** que lo separan de los músculos vecinos; **medialmente**, el abductor del dedo gordo, **lateralmente**, el abductor del quinto dedo.

El **cuerpo muscular** se dirige adelante, se ensancha en sentido transversal y se divide en la parte media del pie en **cuatro fascículos carnosos** que terminan en cuatro tendones (**fig. 66-39**).

Estos tendones divergen hacia los cuatro últimos dedos y son **perforados** por los tendones correspondientes del flexor largo de los dedos (perforante). Terminan en la base de la falange media de cada uno de los dedos II a V (**fig. 66-40**).

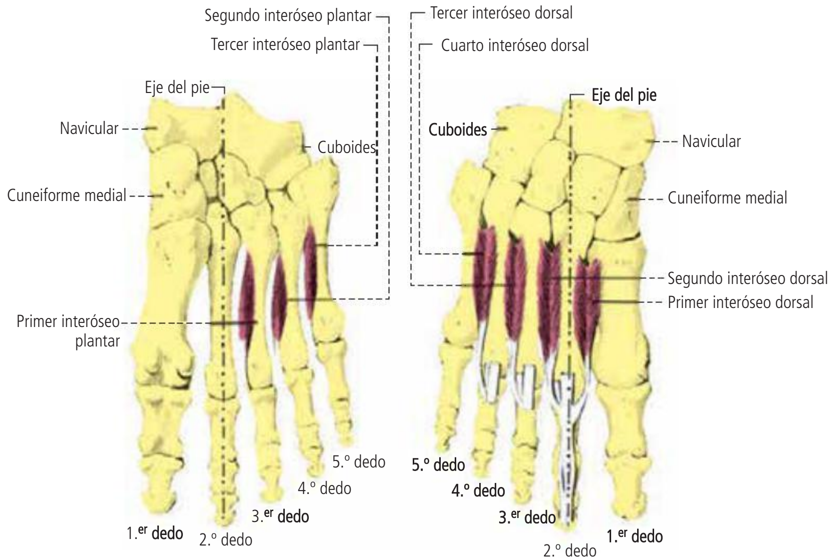


Fig. 66-42. Músculos interóseos del pie. A la izquierda, interóseos plantares vistos por abajo. A la derecha, interóseos dorsales vistos por arriba.

Relaciones

Superficial, cubre el fascículo del abductor del quinto dedo que se inserta en el proceso [apófisis] medial de la tuberosidad calcánea, los tendones del flexor largo y del cuadrado plantar, los lumbricales, los vasos y nervios plantares laterales. Los tendones de cada uno de los dedos están contenidos con el tendón del flexor perforante en una vaina osteofibrosa que presenta la misma estructura que la de los dedos de la mano.

Inervación

Recibe un ramo del **nervio plantar medial**, que lo penetra por su cara profunda en su parte media, cerca del borde medial.

Acción

Es **flexor** de las **dos primeras falanges** de los cuatro últimos dedos.

Músculo cuadrado plantar [flexor accesorio, de Silvio]

Inserciones y constitución anatómica

Se inserta por dos fascículos (**fig. 66-41**):

- Medial, en la cara medial del calcáneo cerca del proceso [apófisis] medial de la tuberosidad del hueso.
- Lateral, en la cara inferior cerca del proceso [apófisis] lateral de la tuberosidad y en el ligamento calcaneocuboideo.
- El **cuerpo muscular** está formado por ambos fascículos que se dirigen hacia adelante, convergen y se fusionan.

Termina fijándose en el tendón del **flexor largo de los dedos**, cerca de su división.

Relaciones

Los fascículos de origen están separados por un espacio triangular con base posterior que corresponde a la cara inferior del calcáneo. Su cara superficial se relaciona con el flexor corto plantar de los dedos que lo cubre y del cual está separado por el nervio y los vasos plantares laterales. Por su cara profunda, tapiza la cara inferior del calcáneo y el ligamento calcaneocuboideo plantar.

Inervación

Cada fascículo de origen, medial y lateral, recibe un filete de los **nervios plantares medial** y **lateral**, respectivamente.

Acción

Auxiliar del flexor largo, concurre a la flexión de los cuatro dedos. Por su contracción corrige la oblicuidad del flexor largo, como lo hace el extensor corto de los dedos para el extensor largo en la cara dorsal del pie.

Músculos lumbricales

Son semejantes a los lumbricales de la mano: como estos, son cuatro, situados entre los tendones del flexor largo de los dedos (flexor perforante) y se los numera de medial a lateral (**fig. 66-41**). Su extremidad distal se inserta por una parte en la extremidad proximal de la falange proximal y, por otra, en el tendón extensor del dedo correspondiente. Reciben ramos del **nervio**

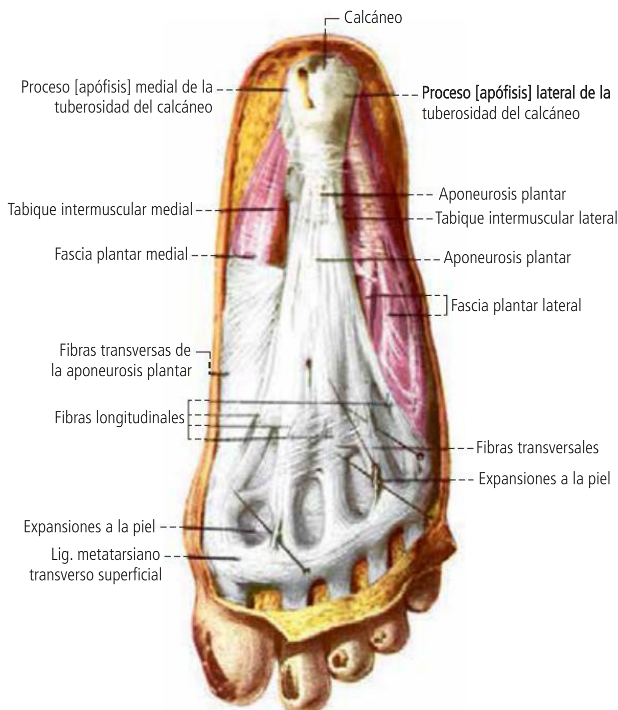


Fig. 66-43. Aponeurosis plantar superficial, vista por su cara inferior.

plantar medial para los **dos primeros lumbricales** que los penetran por su cara superficial a nivel de su tercio medio, cerca del borde medial, y del **nervio plantar lateral** para los **dos últimos lumbricales**, a los que abordan por la parte media de su cara profunda cerca del borde lateral.

Acción

Flexionan la falange proximal y **extienden las otras dos.**

Músculos interóseos

La analogía con los interóseos de la mano es completa (**fig. 66-42**). Cada espacio intermetatarsiano está ocupado por un interóseo plantar y un interóseo dorsal que presentan caracteres similares a los de la mano: existen **tres interóseos plantares** y **cuatro interóseos dorsales**. El **eje del pie** pasa por el **segundo dedo** (en lugar de pasar por el tercero, como en la mano). No hay interóseo para el 1er espacio, ni para el tendón del dedo gordo. El **segundo dedo** recibe dos **interóseos dorsales** y ningún interóseo plantar. El tercer dedo tiene interóseo plantar y posee un interóseo dorsal. Los interóseos están inervados por el **ramo profundo del nervio plantar lateral**. Como en la mano, estos músculos **flexionan la falange proximal** y **extienden las otras dos**.

FASCIA Y APONEUROSIS DEL PIE

Fascias dorsales del pie

Se describen tres (véase **fig. 66-44**):

- **Fascia dorsal del pie (superficial):** prolonga en el dorso del pie la parte inferior del retináculo de los extensores. Se inserta en los bordes medial y lateral del pie, y adelante, se adelgaza a nivel de los dedos.
- **Fascia del extensor corto de los dedos [pedia]:** cubre los músculos extensor corto de los dedos y extensor corto del dedo gordo, junto con el pedículo correspondiente.
- **Fascia interósea dorsal (profunda):** cubre a la cara dorsal de los interóseos dorsales.

Aponeurosis y fascias plantares

Existe una aponeurosis y fascias superficiales y profunda (**figs. 66-43** y **66-44**).

Aponeurosis plantar

Tiene la forma de un triángulo con vértice truncado extendido desde la tuberosidad posterior del calcáneo hasta los dedos. A nivel de las extremidades metatarsianas, se divide en cintillas

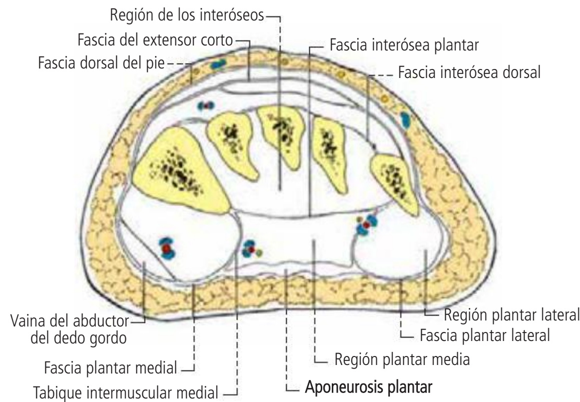


Fig. 66-44. Aponeurosis, fascias y grupos musculares del pie, corte coronal que pasa por la base de los metatarsianos. Segmento anterior del corte.

pretendinosas para cada dedo. Sus fibras transversales forman, como en la mano, arcadas digitales (tendón flexor), arcadas interdigitales (vasos y nervios colaterales de los dedos).

Esta aponeurosis refuerza las fascias lateral y medial. Se trata de una aponeurosis tensa y gruesa.

Regiones plantares

De la cara profunda de la aponeurosis parten tabiques fibrosos en forma de dientes de peine, que van a insertarse en el esqueleto, dividiendo así la planta del pie en tres regiones (**fig. 66-44**):

- **Medial:** corresponde al grupo de los músculos mediales del dedo gordo.
- **Lateral:** a los músculos del quinto dedo.
- **Media:** contiene los músculos flexor corto de los dedos, flexor largo de los dedos, cuadrado plantar y los lumbricales.

Las tres regiones o grupos de la planta del pie comunican con el canal retromaleolar medial: la **medial** y la **mediana**, por el pasaje de los vasos y los nervios plantares, y la lateral, por el fascículo medial del músculo abductor del quinto dedo, que recibe su inervación en el canal retromaleolar medial.

Igualmente existen comunicaciones entre el grupo medial y el grupo medio por intermedio del pedículo plantar medial, y entre el medio y el lateral por el pasaje de elementos plantares laterales.

Fascia plantar medial

Se extiende desde el proceso [apófisis] medial de la tuberosidad del calcáneo hasta la raíz del dedo gordo. Más delgada atrás, se engruesa de modo considerable hacia adelante como dependencia de la aponeurosis plantar.

Fascia plantar lateral

Se extiende desde el proceso [apófisis] lateral de la tuberosidad calcánea hasta la raíz del quinto dedo. Adelante, la fascia se adelgaza, hacia atrás es gruesa, y al llegar a la tuberosidad del V metatarsiano emite **dos expansiones**, entre las cuales se observa el tendón del abductor del quinto dedo: la **lateral** se afina en el vértice de la tuberosidad del V metatarsiano; la **medial** se prolonga hacia la profundidad para fijarse en la vaina del fibular [peroneo] largo y, en parte, sobre el origen de los músculos flexor corto y oponente de este V dedo.

Fascia interósea plantar

Cubre los músculos interóseos y los espacios intermetatarsianos, así como el arco vascular profundo de la planta del pie.

Los diferentes grupos musculares de la planta del pie comunican con los espacios celulosos de los dedos por las comisuras y túneles tendinosos osteofibrosos.

ESPACIOS DE TEJIDO CONECTIVO ADIPOSO DEL PIE

Se distinguen espacios plantares y dorsales (**fig. 66-45**). En la planta del pie se ubican según sus grupos musculares.

Espacios celulosos plantares

Se distinguen:

Espacio plantar medial

Ocupa el grupo del mismo nombre y está comprendido entre el abductor y el flexor corto del dedo gordo.

Espacios plantares medios

Están comprendidos entre la aponeurosis plantar y el plano óseo del pie. Se distinguen los siguientes espacios:

Espacio superficial

Comprendido entre la aponeurosis plantar y el músculo flexor corto de los dedos del pie. Está limitado lateralmente por los

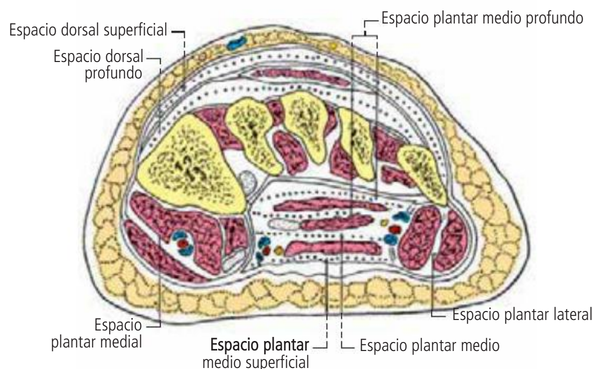


Fig. 66-45. **Espacios de tejido conectivo adiposo del pie, corte coronal, esquemático, que pasa por la base de los metatarsianos. Segmento anterior del corte.**

tabiques que separan este grupo del medial y del lateral. Atrás, llega hasta unos 2 cm por delante de la tuberosidad anterior del calcáneo. Hacia adelante está subdividido en forma incompleta por pequeños tabiques que se extienden de la cara profunda de la aponeurosis plantar a los fascículos del flexor corto de los dedos del pie.

Espacios intermusculares

Se distinguen dos:

- Uno comprendido entre el flexor corto de los dedos del pie y el cuadrado plantar con los tendones del flexor largo de los dedos y los lumbricales.
- Otro comprendido entre el plano de los tendones flexores con los lumbricales y el cuadrado plantar y el plano del ligamento calcaneocuboideo, con la vaina del fibular [peroneo] largo y el aductor del dedo gordo. Ambos espacios están limitados lateralmente por los tabiques intermusculares entre los grupos. Adelante presentan cuatro prolongaciones que corresponden a los lumbricales.

Espacio profundo

Comprendido por detrás del aductor del dedo gordo y el plano de los músculos interóseos cubiertos por su fascia.

Espacio plantar lateral

Situado entre el abductor del quinto dedo, el flexor corto y el oponente.

Espacios de tejido conectivo dorsales

Limitados en sentido lateral por la inserción de la fascia dorsal del pie en el plano esquelético. Hay dos espacios:

Espacio superficial

Entre la fascia dorsal del pie con los tendones de los músculos extensores largos y el músculo extensor corto de los dedos y su fascia. Hacia atrás y arriba, se extiende hasta el retináculo de los extensores y, adelante, llega a la base de los dedos.

Espacio profundo

Situado profundo al extensor corto de los dedos con su fascia, hasta el plano de los músculos interóseos dorsales y el esqueleto tarsometatarsiano con su fascia. Se extiende por atrás hasta la articulación transversa del tarso.

Estos espacios constituyen medios de deslizamiento para los músculos que se relacionan con aquellos.

MOVIMIENTOS DEL PIE SOBRE LA PIERNA. MOVIMIENTOS DE LOS DEDOS

El pie realiza, en relación con la pierna, movimientos de flexión y de extensión, que por lo general se denominan **flexión dorsal** y **flexión plantar**. También puede dirigirse en sentido medial: aducción; lateralmente: abducción; girar sobre sí mismo: rotación. La circunducción asocia estos diferentes movimientos.

Mecanismos articulares

Provocan la intervención de la articulación talocrural y de las diversas articulaciones tarsianas.

Flexión dorsal y flexión plantar

Son los movimientos fundamentales de la articulación talocrural. La primera acerca el dorso del pie a la cara anterior de la pierna y desciende el talón. La segunda realiza un desplazamiento inverso y tiende a colocar el pie en una línea de prolongación de la pierna. Estos dos movimientos se efectúan alrededor de un eje transversal, oblicuo de medial a lateral y de adelante hacia atrás, que pasa por el centro de curvatura de la tróclea talar [astragalina]. Estos movimientos están **limitados** por la tensión de los fascículos anteriores en la flexión plantar y de los retináculos posteriores y laterales en la flexión dorsal (más que por el contacto de los bordes de la tibia con el talus [astrágalo]). Recordemos que en el momen-



Fig. 66-46. **Corte coronal, esquemático, del túnel del tarso derecho. Segmento anterior del corte (según Raiga). Las aponeurosis y fascias están representadas en trazo lleno y sus adherencias y la unión del músculo abductor del dedo gordo con la hoja profunda de su vaina, en trazos rayados.**

to de la flexión dorsal, el maléolo fibular [peroneo] se desplaza hacia arriba, desplazamiento impuesto por el alargamiento anterior de la tróclea talar [astragalina] y la rigidez de la unión tibiofibular inferior. Cuando el pie está fijo, estos movimientos llevan el conjunto de la pierna hacia adelante o hacia atrás.

Estos movimientos, normales en la marcha y en la carrera, se desencadenan de manera más violenta en el salto y en numerosos ejercicios deportivos.

Aducción y abducción

Estos movimientos desplazan el antepié en sentido lateral o medial, mientras que el talón se desplaza en sentido inverso. Se efectúan alrededor de un eje vertical que pasa por la cara lateral del talus [astrágalo]. Los desplazamientos óseos talocrurales están bloqueados por la pinza maleolar. Los movimientos se efectúan de manera casi exclusiva en la articulación talocrural y en la subtalar. El calcáneo se desplaza con respecto al talus [astrágalo], que queda fijo.

Rotación

No sucede lo mismo con este movimiento que lleva la planta del pie en sentido medial, varo, o lateral, valgo. El juego de la articulación talocrural y la subtalar se completa por desplazamientos óseos en la articulación transversa del tarso. La rotación está casi siempre asociada con un movimiento de aducción y de abducción. La **inversión del pie** se produce por la **rotación medial** (pie varo) y la **aducción**. La **eversión del pie** se produce por la **rotación lateral** (pie valgo) y la **abducción**.

Circunducción

Resulta de la realización sucesiva de los movimientos precedentes.

Acción de los músculos

Músculos flexores plantares y dorsales

Flexión plantar

El tríceps sural, los fibulares [peroneos] largo y corto y el tibial posterior aseguran la ejecución de la flexión. El **tríceps sural** y el **tibial posterior** son al mismo tiempo **aductores**. Esta acción es neutralizada por la **abducción** asegurada por el **fibular [peroneo] largo**.

Flexión dorsal

La acción esencial corresponde al **tibial anterior**, que es **flexor-aductor**. Su acción aductora es **neutralizada** por la **abductora** del **extensor largo de los dedos**. El tercer fibular [peroneo] es poco potente.

Músculos abductores, aductores y rotadores

Los músculos abductores y rotadores laterales son los fibulares [peroneos] largo y corto y el extensor largo de los dedos. Los aductores y rotadores mediales son el tríceps sural, el tibial anterior y el tibial posterior.

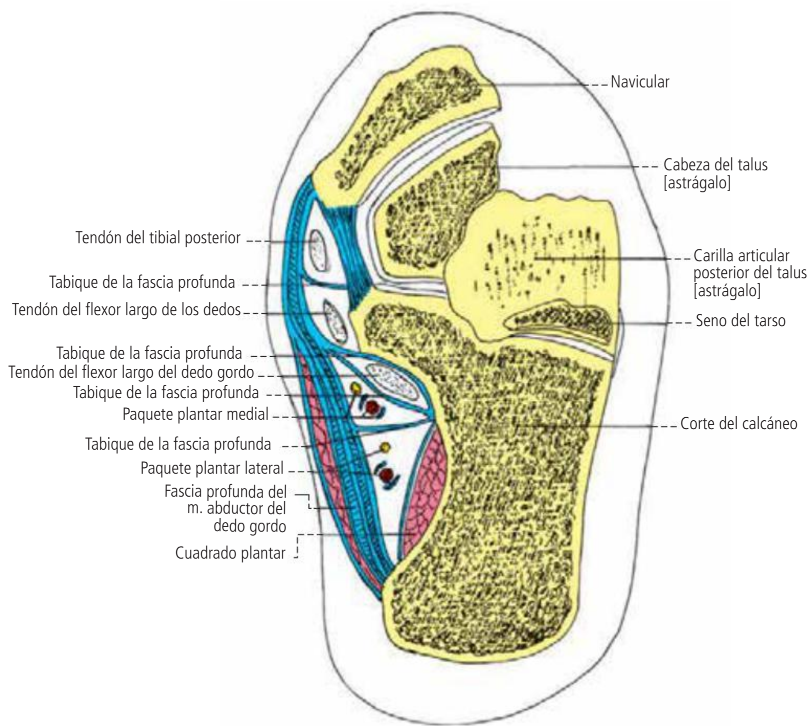


Fig. 66-47. Corte horizontal esquemático del túnel del tarso derecho. Segmento inferior del corte (según Raiga).

Movimientos de los dedos

Son semejantes a los de los dedos de la mano, pero mucho más limitados. La oposición no existe. Sin embargo, la extensión es más amplia en los dedos del pie que en los dedos de la mano. Órganos de apoyo y no de prensión, los dedos del pie tienen, sin embargo, una acción importante en la marcha. Los músculos flexores y extensores de los dedos del pie, provenientes de la pierna y del pie, están aplicados contra el esqueleto por las vainas sinoviales fibrosas que aseguran la eficacia de su acción.

ARCO LONGITUDINAL DEL PIE

La estación de pie, la marcha, la carrera y el salto someten al conjunto del pie a esfuerzos que no resistiría si su forma no estuviera adaptada para ello. Cóncavo abajo, el pie se ofrece al apoyo o a los choques, como un resorte capaz de amortiguarlos. Esta concavidad inferior corresponde al arco longitudinal del pie, formación anatómica osteoarticular a la cual las partes blandas proporcionan modificaciones y una dinámica.

Impresión plantar

La impresión de un pie normal muestra que la planta no se apoya en el suelo en toda su superficie (**fig. 66-48**). Los puntos de contacto son:

A. **Un apoyo anteromedial**, que corresponde a la **cabeza del I metatarsiano**, cubierto por sus sesamoideos.
B. Un **apoyo anterolateral**, que corresponde a la cabeza del **IV** y **V metatarsiano**. Entre estos dos apoyos se encuentra un conjunto de partes blandas que disimula la cabeza de los otros metatarsianos, cuyo apoyo es menos importante.
C. Un **apoyo posterior**, que corresponde a la parte inferior y posterior del **calcáneo**.

El apoyo posterior (talón) está unido al apoyo anterior por la parte lateral del arco plantar más o menos ancha, mientras que en la parte medial hay una "laguna" cóncava medialmente. En esa impresión se ve bien que existe:

- Un **arco longitudinal del pie, parte lateral**, aparentemente plana al examen, pues está acolchada por varias capas musculares.
- Un **arco longitudinal del pie, parte medial**, que queda a distancia del suelo y que se estructura en un puente entre el apoyo posterior y el apoyo anteromedial.

Esqueleto y articulaciones

El **arco longitudinal lateral** está constituido por el calcáneo, el cuboides y el IV y V metatarsiano.

El **arco longitudinal medial** parte del talus [astrágalo] y



Fig. 66-48. Impresiones plantares de pies normales. Se observan los puntos de apoyo del pie.

comprende, de atrás hacia adelante: el navicular, el cuneiforme medial y el I metatarsiano.

La forma de los huesos condiciona la forma de esos dos arcos, que se mantiene por las articulaciones correspondientes.

En **sentido transversal**, la concavidad no es menos evidente: en la parte media, a nivel de los cuneiformes y del cuboides; en la parte anterior, entre los diferentes metatarsianos. El **arco transverso proximal** está dispuesto de tal manera que solo el cuboides se apoya en forma lateral sobre el suelo, mientras que el cuneiforme medial está sobreelevado.

Desde el punto de vista estructural, se ha buscado una "llave" de arco, punto común para los diferentes arcos esqueléticos. Primero se creyó que se trataba del talus [astrágalo], después del cuboides. En realidad, no es un hueso determinado el que sirve de centro al arco plantar, sino una **región** que corresponde aproximadamente a la **parte posteroinferior del cuneiforme intermedio**.

Partes blandas

El esqueleto y las articulaciones, aislados, no pueden por sí mismos soportar el peso del cuerpo. Las formaciones musculares y aponeuróticas plantares proporcionan un complemento a la solidez y a la dinámica del conjunto.

Aponeurosis plantar

Tendida del calcáneo a las cabezas metatarsianas, tiene una acción importante.

Músculos de la planta del pie

Llenan la cara plantar del arco óseo, atenuando la concavidad. Su tono y su potencia contribuyen a su mantenimiento.

Músculos de la pierna

Insertados en el esqueleto del pie, tienen también una acción importante, en particular:

- El **tibial anterior**, que sostiene el arco longitudinal medial.
- El **fibular [peroneo] largo**, que contribuye a mantener el arco transversal.
- El **fibular [peroneo] corto**, que actúa sobre el arco longitudinal lateral.

Los **músculos de los dedos** no ejercen aquí ninguna acción: los dedos **no participan** en la constitución del arco plantar. En la posición de apoyo de plantígrado están apenas en contacto con el suelo. Es necesario que el talón se levante para que ellos constituyan una superficie de apoyo: su acción es esencialmente dinámica y no estática.

Acción estática y dinámica

En la estación de pie

El pie se apoya plano sobre el suelo. El peso del cuerpo se transmite **al talus [astrágalo]** por el esqueleto de la pierna. El talus [astrágalo] lo reparte entonces en **tres direcciones**:

- **Atrás**, hacia el calcáneo y el talón.
- **Lateralmente**, por el calcáneo hacia el cuboides, el arco longitudinal lateral hasta las cabezas de los metatarsianos IV y V.
- **Medialmente**, por el navicular hacia el arco longitudinal medial y el I metatarsiano.

En esta posición, la transmisión de las fuerzas es máxima en el talón y en el arco longitudinal lateral. La posición plantígrada divide el peso del cuerpo entre la parte anterior y la posterior del pie. Solicita poco el arco transversal, cuya parte medial permanece más elevada.

En posición digitígrada

Durante la marcha, la carrera y el salto, el peso del cuerpo se dirige hacia el antepié por la **cabeza del talus [astrágalo]**, es decir, sobre el arco longitudinal medial y la cabeza del I metatarsiano. Los otros metatarsianos soportan una parte del apoyo que va decreciendo de medial a lateral. Al mismo tiempo, el arco transversal del pie tiende a aplastarse y la tensión del fibulara [peroneo] largo resiste este aplastamiento transversal. El antepié, no tan bien sostenido, se aplasta casi por completo.

El pasaje de la posición plantígrada a la posición digitígrada se hace en forma lenta y progresiva en la marcha. En la carrera rápida o en el salto, al antepié se lo solicita directamente, el talón no hace más que un apoyo breve sobre el suelo.

En las caídas sobre el pie se produce un movimiento inverso, el amortiguamiento del choque se realiza a partir del antepié para terminar en el talón. Si la caída se hace directamente sobre el talón, el arco plantar no puede ejercer su elasticidad, el choque se transmite directamente al calcáneo, luego al esqueleto de la pierna, a todo el miembro inferior, a la pelvis, a la columna vertebral, hasta el cráneo. El arco plantar tiene una acción protectora y amortiguadora.

En todos los actos de la **locomoción**, un arco plantar bien conformado que dispone de músculos eficaces es favorable a

esta función. Sus modificaciones (pie plano, pie hueco, pie varo o valgo) ocasionan perturbaciones en el juego articular, se producen dolores y perturbaciones de la marcha, que necesitan correcciones ortopédicas o quirúrgicas.

MARCHA

La marcha, según la define Marey, es "un modo de locomoción en el cual uno de los pies se apoya en el suelo antes de que el otro lo haya abandonado", mientras que en la carrera "uno de los pies se apoya en el suelo cuando el otro ya lo ha dejado". La carrera se diferencia de la marcha por la existencia de un tiempo de suspensión entre los tiempos de apoyo.

La marcha es la sucesión de **pasos**. El paso es la longitud que separa el apoyo de un pie del apoyo idéntico del pie que le sucede. Cada paso presenta, para un miembro inferior considerado, una fase de apoyo y una fase de suspensión.

Fase de apoyo

El pie en movimiento aborda el suelo por el talón (calcáneo). Luego el antepié (la punta del pie) desciende, el pie se apoya en el suelo por su cara plantar, así como se ha visto en el estudio del arco plantar, después el talón se eleva y los dedos representan el último punto de apoyo: es el desarrollo del pie. Durante esta fase, el conjunto del miembro inferior, que soporta al tronco primero oblicuo abajo y adelante, se hace vertical, luego se vuelve oblicuo abajo y atrás. Durante este tiempo, el otro pie deja el suelo mientras el talón del pie opuesto ya se ha apoyado en él. Según la rapidez de la marcha, este tiempo de doble apoyo aumenta o disminuye.

Fase de suspensión

Habiendo dejado el pie el suelo, el miembro inferior liberado describe una oscilación alrededor de la cadera. El muslo, oblicuo atrás, pasa a la posición vertical, se vuelve en seguida oblicuo adelante. La pierna, en semiflexión sobre el muslo, gira alrededor de la rodilla para situarse en la prolongación del muslo. El talón aborda inmediatamente el suelo, el miembro inferior en rectitud.

Movimientos asociados

A los movimientos de los miembros inferiores se asocian oscilaciones de los **miembros superiores** alternativas, sincrónicas, con los del miembro inferior, pero opuestas: el miembro superior izquierdo avanza al mismo tiempo que el miembro inferior derecho, e inversamente. La **cabeza** oscila en sentido anteroposterior y en sentido transversal. La **pelvis** oscila horizontalmente con el miembro inferior correspondiente y verticalmente, elevándose en el momento del apoyo. El **tronco** experimenta también movimientos de torsión, que corresponden a la proyección sucesiva hacia adelante de los dos miembros inferiores.

En la marcha, los pies no están paralelos al eje de rotación, forman con este un ángulo de 30° que tiene tendencia a cerrarse en la carrera.

Modalidades

Al nacer, el niño no camina. Esta imposibilidad corresponde a una falta de equilibrio. La marcha, en posición de pie, necesita un desarrollo completo de las vías motoras voluntarias y una adaptación del tono muscular y de las funciones de equilibrio.

La **marcha normal** implica cierta flexión del tronco y del miembro inferior en el momento del apoyo. Esto amortigua el choque del talón sobre el suelo. Esta flexión se acrecienta en la marcha con una carga. Puede reducirse en la marcha en extensión, que no es una marcha normal.

La **carrera** se diferencia de la marcha común, como se ha dicho, y necesita un impulso más potente por parte del antepié en el momento en que este se desprende del suelo. Su rapidez requiere acciones musculares potentes, tanto en el de la progresión como en el sentido de la resistencia a los choques experimentados por el pie.

La marcha constituye uno de los ejercicios físicos más naturales del hombre. El hombre de los tiempos modernos camina sin duda menos que sus antepasados: puede ser que su organismo sufra por ello molestas consecuencias.

FORMAS EXTERIORES DE LA PIERNA Y DEL PIE

Pierna

Puntos de referencia óseos

El borde anterior de la tibia forma adelante una cresta cortante que se redondea en la parte inferior de la pierna. Describe en su conjunto una S itálica (***S***) alargada perceptible bajo la piel, debido a que es muy superficial y está muy expuesta a los traumatismos. Los traumatismos directos causados por agentes externos producen a menudo fractura de la diáfisis tibial. La cara medial de la tibia constituye la cara medial de la pierna. La fíbula [peroné] se puede palpar en el tercio inferior de la pierna. Esta forma el fondo del canal bordeado por los músculos fibulares [peroneos] largo y corto y adelante, por el tercer fibular [peroneo].

En la **extremidad superior** de la pierna: adelante, la **tuberosidad tibial**; atrás y lateral, la **cabeza de la fíbula [peroné]**. Estos accidentes óseos se palpan fácilmente.

En la **extremidad inferior** (véase articulación talocrural), los maléolos tibial y fibular [peroneo] hacen saliente bajo la piel.

Relieves musculares

El **relieve anterolateral** está constituido en la parte superior por el tibial anterior y los extensores, adelante y en sentido medial; por los fibulares [peroneos] largo y corto, lateralmente. En la parte inferior de la región, estando el pie flexionado sobre la pierna, yendo de medial a lateral, se palpan los tendones del tibial anterior, del extensor largo del dedo gordo y, por último, los tendones del extensor largo de los dedos.

La **saliente posterior forma la región sural**, que da a la pierna su volumen, su forma y su perfil. La masa muscular está formada por el gastrocnemio que cubre al sóleo. Según la altura en que comience el tendón calcáneo, la pierna es más o menos fina. Cuando los músculos están contraídos por la flexión plantar del pie, las cabezas del gastrocnemio forman un relieve importante.

Bajo la piel de la pierna, que suele ser bastante delgada, se observan las venas superficiales que pueden hacer relieve. Las venas son asiento de elección de várices; medialmente, el trayecto de la vena safena magna es particularmente aparente.

Estos relieves a veces quedan disimulados por el tejido adiposo. En la pierna es donde se observa el edema del tejido co-

nectivo pretibial que acompaña a ciertas enfermedades: flebitis, cardiopatías, nefropatías, etcétera.

Región del tobillo

La articulación talocrural une la pierna y el pie. Es homóloga a la radiocarpiana [muñeca] en el miembro superior.

Puntos de referencia óseos

La región está bordeada por dos salientes óseas: medialmente, el maléolo tibial forma una masa convexa que se continúa arriba con la cara medial de la tibia; lateralmente, la extremidad inferior de la fíbula [peroné] maléolo fibular [peroneo] constituye un relieve triangular con vértice inferior, fácil de explorar. Está situado en un plano posterior en relación con el del maléolo medial y desciende más. **El eje bimaleolar es, pues, oblicuo de lateral a medial y de atrás hacia adelante.** Por debajo de los maléolos se pueden sentir las partes laterales del calcáneo.

Relieves y depresiones

La cara anterior del tobillo es redondeada en sentido transversal. Poniendo el pie en flexión dorsal, se ve la saliente del tendón del tibial anterior. El relieve de los tendones del extensor largo del dedo gordo y del extensor largo de los dedos es menos acentuado.

Detrás de cada maléolo se encuentra una depresión, los **canales retromaleolares** lateral y medial. La parte posterior del tobillo está marcada por el relieve potente del tendón calcáneo. La flexión plantar forzada del pie, en un individuo sentado o acostado, la distiende. Se la puede movilizar entonces transversalmente y sentir delante de ella la cara superior del calcáneo. La percusión sobre el tendón calcáneo produce la contracción del músculo tríceps sural: es el **reflejo calcáneo (aquiliano)**.

Pie

El pie es el homólogo de la mano. Presenta dos caras: el dorso y la planta. El punto de apoyo de la pierna corresponde al tercio posterior del pie; la parte dorsal del esqueleto, el dorso del pie, es forzosamente menos extensa que la planta. La forma general del pie representa una bóveda más elevada medialmente, que desciende en sentido lateral apoyándose en el talón y en las cabezas de los metatarsianos adelante.

En la estación de pie, este forma con la pierna un ángulo casi recto abierto adelante. El eje anteroposterior de la pierna prolongado sobre el pie pasa por el segundo dedo. En la estación de pie normal, la punta del pie se dirige lateralmente, mientras los talones tienden a reunirse atrás. Esta orientación es la consecuencia de la oblicuidad del eje bimaleolar.

Dorso del pie

Estrecho en su parte posterior, se ensancha de atrás hacia adelante. Es redondeado en ambos sentidos. El arco máximo está a nivel de los cuneiformes medial e intermedio. Aun en los sujetos obesos, permanece con poco espesor. La piel es fina, muy móvil, surcada por numerosas venas. Es fácil percibir las diferentes piezas esqueléticas que lo forman:

- Tres centímetros por delante del maléolo medial se encuentra la **tuberosidad del hueso navicular**.
- Más adelante, en la mitad del borde medial del pie, está la **base del I metatarsiano**, más difícil de palpar.
- En el borde lateral, en su mitad, se percibe la **tuberosidad del V metatarsiano**, que forma una saliente fácil de palpar.

Estos diferentes puntos de referencia permiten determinar las interlíneas articulares: detrás de la tuberosidad del navicular se abre la interlínea de la articulación transversa del tarso. La base del I metatarsiano y la tuberosidad del V delimitan las extremidades de la articulación tarsometatarsiana.

Los tendones del tibial anterior, del extensor largo del dedo gordo y los cuatro tendones del extensor largo de los dedos se deslizan sobre el dorso del pie. La saliente del músculo extensor corto de los dedos es bastante aparente en la parte posterolateral de esta región.

Planta del pie

Se ha visto cuáles son las partes de la planta que se apoyan sobre el suelo. La piel es siempre muy gruesa y adherente a una almohadilla adiposa que llena, en parte, el hueco del arco esquelético. La marcha con pie descalzo aumenta el espesor y la resistencia de la piel.

Los únicos puntos de referencia óseos fáciles de percibir son la parte posterior de la cara inferior del calcáneo y las cabezas de los metatarsianos.

Los dedos son pequeños, por lo general curvados, con excepción del dedo gordo. La compresión del calzado los aplasta lateralmente. La cara inferior de su extremidad, que se apoya en el suelo, es ensanchada. Algunos de ellos, como el V, pueden ser muy pequeños.

67 Arterias del miembro inferior

La disposición de las arterias del miembro inferior se puede agrupar en dos sistemas:

- Un **sistema secundario**, procedente de las ramas colaterales extrapélvicas de la arteria ilíaca interna [hipogástrica]. Este sistema no sobrepasa la raíz del miembro y las caras medial y posterior del muslo, con excepción de la arteria pudenda interna, que se describe con el sistema urogenital.
- Un **sistema principal** que continúa a la **arteria ilíaca externa** y comprende las arterias: **femoral**, **poplítea**, **tibiales**, **dorsal del pie** y **plantares**.

SISTEMA PROCEDENTE DE LA ARTERIA ILÍACA INTERNA

Está constituido por las arterias **glútea superior**, **glútea inferior** y **obturatriz**, colaterales extrapélvicas, con excepción de la arteria pudenda interna (véase **Sistema urogenital**).

Arteria glútea superior [glútea]

Generalidades

Se origina de la cara posterior de la **arteria ilíaca interna**, transcurre hacia abajo y atrás, pasa entre el último nervio lumbar y el primer sacro y sale de la pelvis en contacto con el borde superior de la incisura ciática mayor (**figs. 67-1** y **67-2**). Después se dirige hacia atrás, lateralmente, y penetra en la región glútea, por encima del músculo piriforme. Aquí se curva hacia arriba y se divide inmediatamente en dos ramas terminales. Es una arteria voluminosa de 4 a 5 mm de diámetro.

Relaciones

Estas son pelvianas y sacrociáticas.

Relaciones pelvianas

La arteria perfora la fascia del músculo piriforme, se desliza entre el tronco lumbosacro y la 1.ª raíz sacra (plexo sacro).

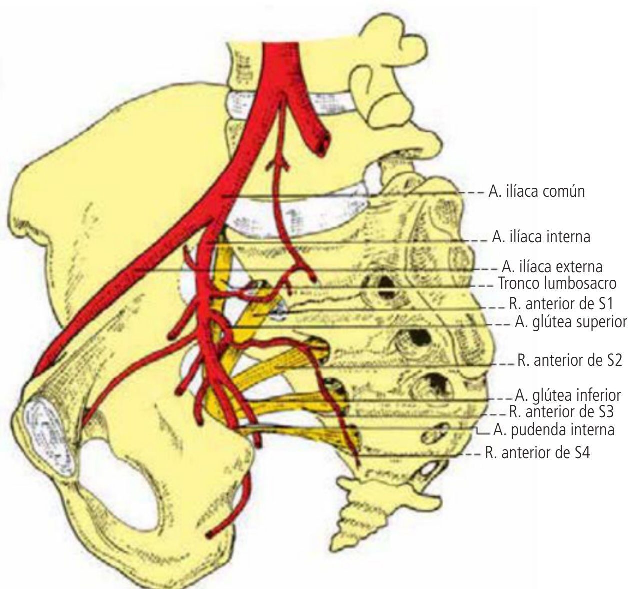


Fig. 67-1. Arteria ilíaca interna derecha y sus relaciones con el plexo sacro.

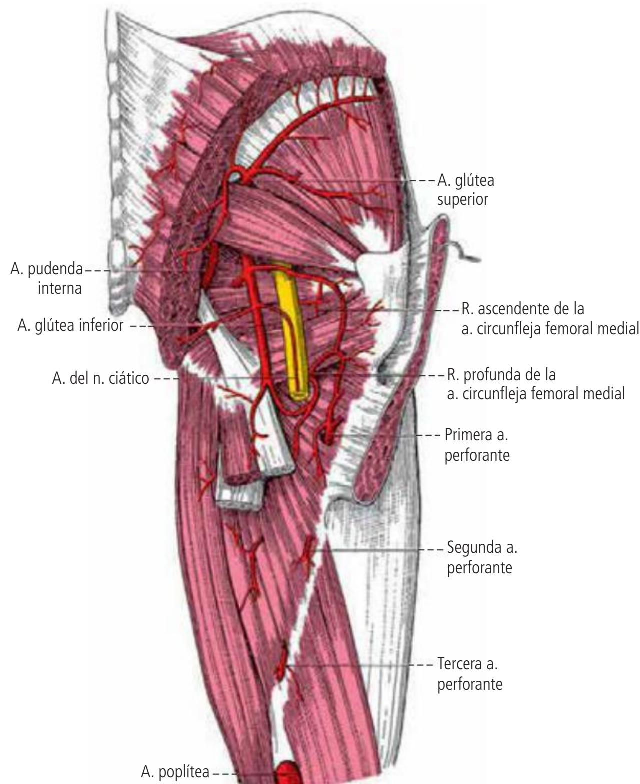


Fig. 67-2. Arterias de la región glútea y de la cara posterior del muslo.

Describe una curva cóncava hacia arriba, seguida abajo por el **nervio glúteo superior**, oculta por las venas glúteas superiores y la vena ilíaca interna.

Relaciones sacrociáticas

Ocupa el **espacio suprapiriforme del foramen ciático mayor**, contornea el borde inferior del hueso ilíaco. Recorre un verdadero conducto osteofibroso [Huard], limitado por abajo por una arcada fibrosa [Bouisson]. Las fibras del **músculo glúteo medio** que se insertan en la incisura ciática mayor dividen a este conducto osteofibroso en dos orificios secundarios por los cuales pasan las dos ramas de división de la arteria glútea superior (Lazorthes). La acompañan las grandes **venas glúteas superiores** [tórculo venoso de Champenois] y el **nervio glúteo superior**, situado por debajo y después lateral a ella.

Ramas terminales

- **Rama superficial:** se dirige hacia arriba, lateralmente, y luego hacia adelante, pasa por arriba del arco del glúteo medio, se desliza entre los glúteos medio y mayor y se distribuye sobre todo en el glúteo mayor y en la piel que lo cubre.
- **Rama profunda:** va también hacia adelante y lateralmente, pero pasa por debajo del arco del glúteo medio. Transcurre de atrás hacia adelante entre los glúteos medio y menor, a los que irriga. De sus ramas, una se dirige a irrigar el tensor de la fascia lata, y varias ramas penetran en el hueso ilíaco e irrigan el techo del acetábulo.

Una rama anastomótica une la glútea superior con la glútea inferior.

En el ser vivo

La **arteria glútea superior**, muy profunda, es de acceso difícil. Su línea de ligadura va desde el trocánter mayor hasta la espina ilíaca posterosuperior. Su emergencia de la pelvis se proyecta en esta línea a 8 cm o cuatro traveses de dedo, lateralmente a la cresta sacra media.

Arteria glútea inferior [isquiática]

Generalidades

De menor diámetro que la precedente, nace de la **ilíaca interna** por un tronco común con la pudenda interna, o bien directamente de la ilíaca interna (**figs. 67-1** y **67-2**). Su **trayecto** la conduce hacia abajo, y después en sentido lateral. Sale de la

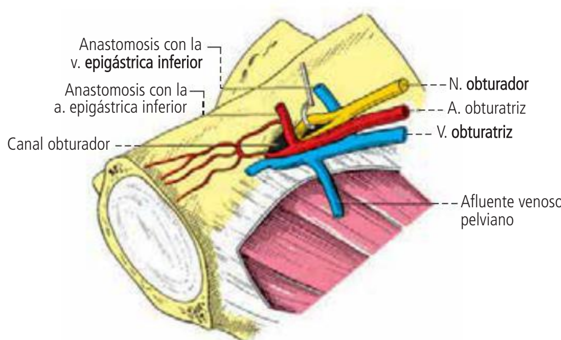


Fig. 67-3. Arteria obturatriz a su entrada en el canal obturador, lado derecho.

pelvis por el **foramen ciático mayor** y se vuelve vertical. A nivel de la tuberosidad isquiática se divide en sus ramas terminales.

Relaciones

En la pelvis

La **arteria glútea inferior** está ubicada por delante del músculo piriforme y del plexo sacro, detrás y medialmente a la pudenda interna, rodeada por venas voluminosas. Cruza el plexo sacro pasando entre la 2.ª y 3.ª raíz sacra.

En el foramen ciático mayor

Situada por **debajo del músculo piriforme**, se ubica **lateral** a los vasos pudendos internos y **medial** a los nervios ciático y glúteo inferior.

En la región glútea

Se ubica en la **cara profunda del glúteo mayor** y cruza de modo superficial (en forma de X) a la arteria pudenda interna (cuando pasa medial a ella), al músculo obturador interno con los gemelos superior e inferior y al cuadrado femoral. Queda ubicada **medial** al **nervio ciático**, al que sigue en dirección paralela.

Distribución

Ramas colaterales

Irrigan el piriforme; una de ellas se anastomosa con la glútea superior, otra llega a la articulación coxofemoral.

Ramas terminales

– Un **grupo posterior**, que irriga la mitad inferior del glúteo mayor y la piel que lo cubre. Se anastomosa con la arteria glútea superior.
– Un **grupo descendente**, más importante, formado por varias arterias, a veces reunidas en un tronco común que continúa hacia abajo el trayecto de la glútea inferior. Estas arterias irrigan el nervio ciático, los músculos pelvitrocantéreos, isquiotibiales y el aductor mayor. Se anastomosa con la circunfleja femoral medial, proveniente de la femoral profunda, y con sus ramas perforantes.

En el ser vivo

La **arteria glútea inferior** representa los vestigios de la arteria principal del miembro inferior en el feto, que se atrofia a favor del **eje femoral**, situado adelante. Por su anastomosis con la arteria femoral, establece una vía de derivación muy importante en caso de obliteración o de ligadura de la arteria ilíaca externa o de la femoral.

Arteria obturatriz

Generalidades

Se origina de la cara anterior de la **ilíaca interna** por arriba de la vesical inferior o de la uterina (**figs. 67-2** a **67-4**). Su **trayecto** es oblicuo hacia abajo, adelante y medial, paralelo al estrecho superior de la pelvis. Llega al **foramen obturado**, al que atraviesa por el canal obturador, y aparece entonces en la cara anteroinferior de la raíz del muslo, donde se divide en dos ramas terminales.

Relaciones

En la pelvis

La arteria está aplicada contra la pared lateral, representada por el **músculo obturador interno** con su fascia. Se encuentra cubierta por el peritoneo parietal y lateral a la vejiga. La acompañan venas y linfáticos, de los cuales un nodo denominado "obturador" está situado a la entrada del canal obturador. El nervio obturador está por encima de ella y la alcanza descendiendo adelante, a la entrada del canal obturador.

En el canal obturador

La arteria se encuentra por debajo de la cara inferior de la rama iliopubiana. Está situada por arriba de la **membrana obturatriz** y de las inserciones del obturador externo. El pedículo vasculonervioso obturador comprende, de arriba hacia abajo, el nervio, la arteria y las venas.

Distribución

Ramas colaterales

- Dos **ramas musculares** para el ilíaco, el obturador interno y el elevador del ano.
- Una rama vesical no constante para la cara posterior de la vejiga.
- Una rama **púbica**, transversal, que se anastomosa con la rama obturatriz de la arteria epigástrica inferior.
- Una anastomosis vertical con la **arteria epigástrica inferior**.

Ramas terminales

- **Anterior:** desciende a lo largo de la rama isquiopubiana. Proporciona ramas a los músculos vecinos: pectíneo, obturador externo, grácil y aductores. Se anastomosa con la circunfleja ilíaca superficial y emite una rama genital para las cubiertas de los testículos en el varón o de los labios mayores en la mujer.
- **Posterior:** haciéndose oblicua en sentido lateral y hacia abajo, pasa detrás del ligamento subpubiano, rodea el borde lateral del foramen obturador y la parte inferior, constituyendo un verdadero círculo alrededor de este foramen por una anastomosis con la rama anterior. Irriga los músculos vecinos: obturador externo, aductores grácil y cuadrado femoral. A nivel de su borde superior se anastomosa con la glútea inferior. Proporciona una **rama acetabular**: la **arteria del ligamento de la cabeza femoral**, que penetra a través de la escotadura acetabular y transcurre siguiendo el **ligamento de la cabeza femoral** hasta el fémur.

En el ser vivo

Esta arteria, de diámetro pequeño, 2 a 3 mm, tiene gran importancia funcional en la vascularización de la cabeza femoral. La arteria obturatriz y sus ramas establecen una vía de derivación por su anastomosis con la ilíaca externa, por intermedio de la anastomosis vertical con la epigástrica inferior.

SISTEMA DE LA ARTERIA ILÍACA EXTERNA

Constituye el **eje vascular arterial** del miembro inferior. Está situada, primero, en la cara anterior del muslo: **arteria femoral**; después, en la cara posterior de la rodilla: **arteria poplítea**; allí reencuentra su posición fetal. A partir de la pierna, las **arterias tibiales** y **fibular [peronea]** ocupan las dos caras del miembro. Estas se prolongan en la cara dorsal por la **arteria dorsal del pie** y en la cara plantar por las **arterias plantares**.

Arteria femoral

Generalidades

La **arteria femoral** es continuación directa de la ilíaca externa, pero no continúa exactamente su dirección, sino que se aplica en la **eminencia iliopúbica** formando un codo.

Comienza por detrás y Abajo de la mitad del ligamento inguinal, en el **espacio subinguinal**, y recorre el muslo para llegar al **hiato aductor**, al que atraviesa de arriba hacia abajo y de adelante hacia atrás, para continuarse como **arteria poplítea**.

Por debajo del ligamento inguinal, la arteria se aplica al **iliopsoas**, que la separa de la eminencia que forma la cabeza femoral, contenida en la cápsula articular (**fig. 67-5**). La arteria puede comprimirse fácilmente contra este plano. Más abajo, la **arteria** y el **fémur** se separan, pero por sus oblicuidades convergen: ambos se acercan en el **hiato aductor**. De esta manera se determina un ángulo abierto arriba, cuyo vértice inferior corresponde al hiato aductor.

En su parte superior (**fig. 67-6**), la arteria abandona una rama voluminosa, la **femoral profunda**. Ello permite distinguir, en el **eje vascular** de la femoral, tres partes:

- La **femoral**, desde su origen hasta el nacimiento de la **femoral profunda**, de 4 a 5 cm de largo. Esta arteria tiene un calibre similar al de la ilíaca externa (10 mm).
- La **femoral, distal** al nacimiento de la femoral profunda, que se continúa luego como arteria poplítea.
- La **arteria femoral profunda**, que se distribuye en el muslo.

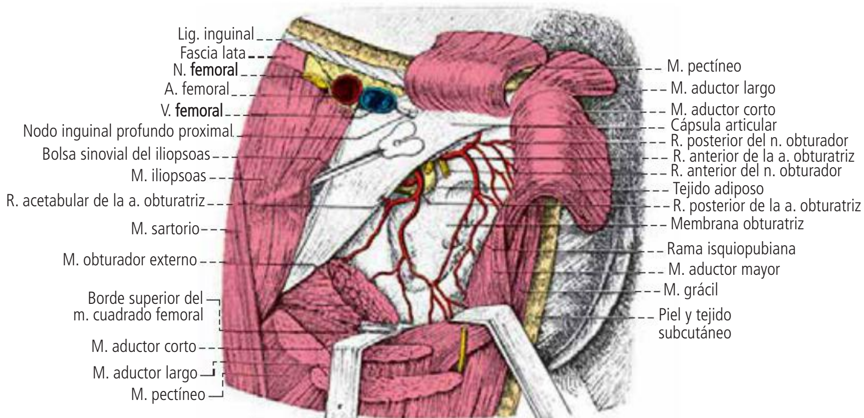


Fig. 67-4. Arteria obturatriz a su salida de la pelvis.

Las **arterias femorales** están rodeadas por un plexo nervioso abundante y espeso.

Relaciones

Se las estudia en el **origen**, en el **triángulo femoral** y en las porciones proximal y distal del **conducto aductor**.

Estas diferentes regiones son las partes sucesivas del **trayecto de los vasos femorales**, comprendido entre el iliopsoas, el pectíneo, la masa del cuádriceps, el sartorio, el plano de los aductores y las relaciones de la arteria con los elementos vecinos.

En su origen

La arteria femoral está en **la laguna vascular** [anillo crural], **limitado**: **adelante**, por el ligamento inguinal, que la separa del conducto inguinal, situado arriba y medialmente; **atrás**, por el ligamento pectíneo; **lateralmente**, por el arco iliopectíneo (engrosamiento de la fascia ilíaca), que la separa del iliopsoas y del nervio femoral; **medialmente**, por el borde libre, cóncavo, del ligamento lacunar.

Está acompañada:

- Adelante, por el **ramo femoral** del **nervio genitofemoral**.
- Medialmente, por la voluminosa **vena femoral**, los troncos linfáticos eferentes del miembro inferior y el nodo linfático inguinal profundo proximal [de Cloquet], que se encuentra en el borde libre del ligamento lacunar. La **fascia transversalis** desciende al muslo por detrás del ligamento inguinal, formando el **septum femoral**, y encuentra a los vasos femorales, sobre los que se fija, formando la vaina femoral.

Triángulo femoral [de Scarpa]

En la parte proximal del triángulo, la **arteria** está rodeada por la **vaina de los vasos femorales**. Más distal dentro del triángulo se origina la arteria femoral profunda. Los límites del trayecto a este nivel están constituidos: **adelante**, por la fascia cribiforme; **atrás** y **lateralmente**, por el iliopsoas; **atrás** y **medialmente**, por los músculos pectíneo y aductor largo (**fig. 67-5**). Los **órganos satélites** (**fig. 67-6**) son: la **vena femoral**, situada medial a la arteria, recibe aquí a la **vena safena magna**, que describe su arco. En ella terminan las venas epigástrica superficial, circunfleja ilíaca superficial y pudendas externas, las cuales describen un confluente venoso de interés. Se **relaciona** con nervios que se originan dentro de la pelvis:

- El **ramo femoral del nervio genitofemoral** llega al muslo en la cara anterior de la arteria, debajo del ligamento inguinal, la abandona y perfora la fascia cribiforme, distribuyéndose en la piel de la región.
- El **nervio para el pectíneo** emerge de la pelvis medial a la arteria.
- El **nervio femoral**, situado lateral a la arteria, se expande en el muslo por sus ramos terminales; de ellos, se relacionan con la arteria:
  - El **nervio musculocutáneo medial**, que proporciona ramos que pasan por delante de la arteria (sensitivos), y ramos que pasan por detrás (motores) para el pectíneo y el aductor largo.
  - El **nervio safeno** y sus **ramos cutáneos mediales de la pierna**, al principio laterales a la arteria, tienden a situarse en su cara anterior y toman contacto con ella.

A distancia: adelante, la arteria es superficial, cubierta por la fascia cribiforme y los planos superficiales, sus latidos son fácilmente perceptibles en la palpación; **atrás**, el iliopsoas la separa del acetábulo y de la cabeza femoral; **lateral** y **adelante**, el sartorio, dirigido hacia abajo y **medialmente**, encuentra al aductor largo, formando el vértice del triángulo femoral.

En el conducto aductor, porción proximal

Los elementos están situados en una región, de sección triangular, formada: **atrás**, por el aductor largo, luego por el aductor mayor; **lateralmente**, por el vasto medial; **medialmente** y **ade-**

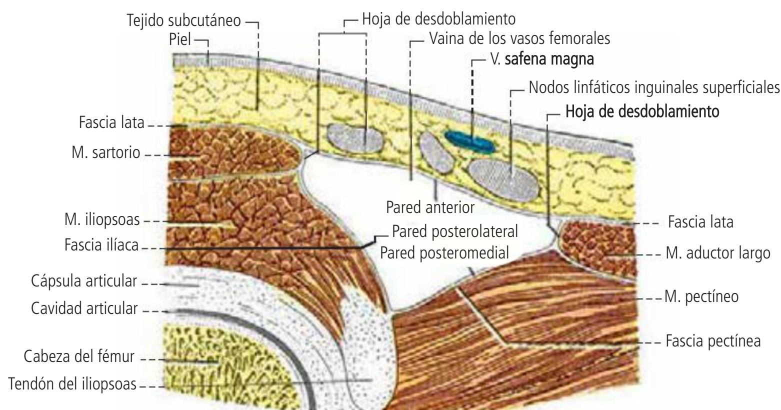


Fig. 67-5. Triángulo femoral sin su contenido, visto en un corte transversal del muslo distal al ligamento inguinal (segmento superior del corte).

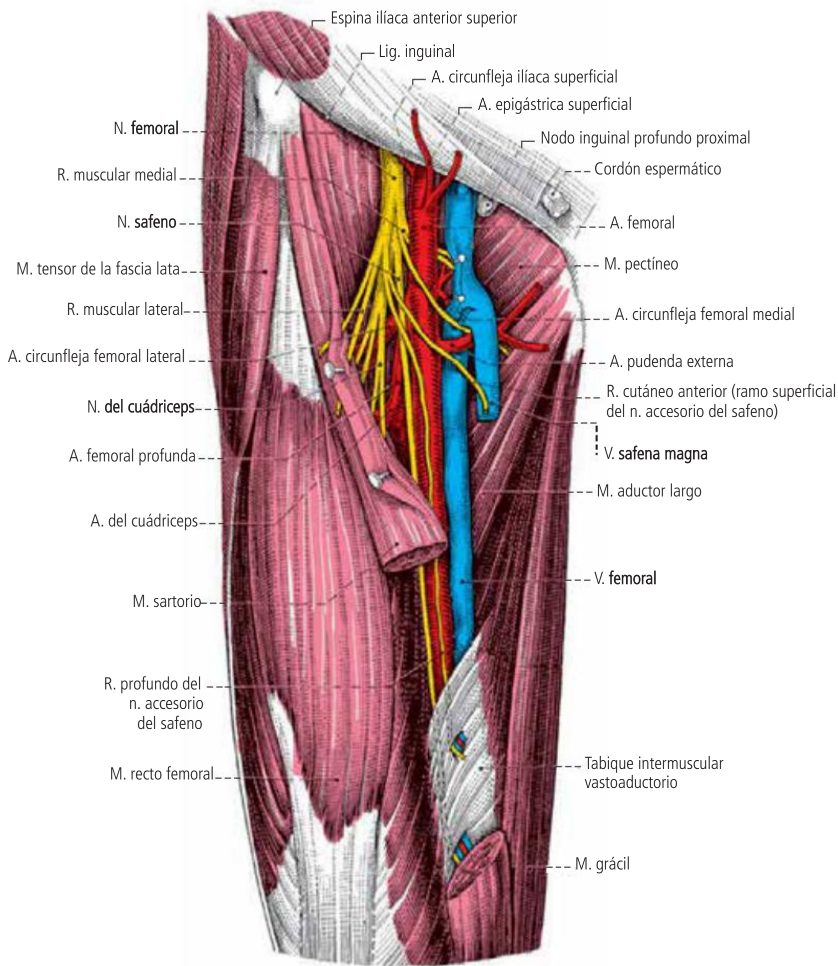


Fig. 67-6. Arteria femoral, lado derecho.

lante, por el sartorio, que se sitúa directamente por delante de la arteria formando la pared anterior del conducto; constituye el músculo satélite de la arteria. La **vena femoral** está ubicada detrás y medial a la arteria. El **nervio safeno** cruza la cara anterior de la arteria para volverse medial.

En el conducto aductor, porción distal

Este conducto comienza a unos cuatro traveses de dedo por encima del cóndilo medial del fémur (**figs. 67-7** y **67-8**). De 7 a 10 cm de longitud, está formado: **lateralmente**, por el vasto medial; **atrás**, por el tendón del aductor mayor; **medialmente**, por el tabique intermuscular vastoaductorio. El conjunto está cubierto por el sartorio contenido en su vaina. En esta porción del conducto aductor, la arteria se encuentra por delante de la vena femoral y por detrás de una vena colateral. Aquí, el tabique vastoaductorio está perforado por el nervio safeno, así como por la arteria descendente de la rodilla, rama colateral de la femoral.

Distribución

Se estudian, sucesivamente: las ramas de la femoral entre el anillo femoral y el nacimiento de la femoral profunda, de la femoral profunda y las de la femoral distal a la femoral profunda.

Ramas de la femoral entre la laguna vascular y el nacimiento de la femoral profunda

Hay cuatro (**figs. 67-6** y **67-7**):

– **Arteria epigástrica superficial:** nace del lado anterior de la arteria y perfora la fascia cribiforme para volverse subcutánea. Se dirige en forma oblicua hacia arriba y medialmente, cruza por delante del ligamento inguinal y termina en los planos

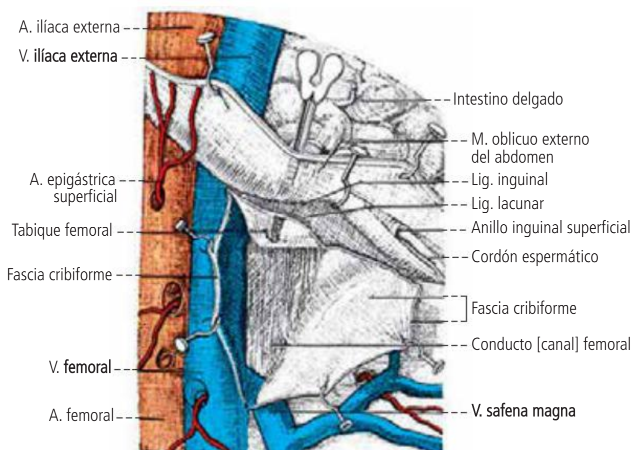


Fig. 67-7. Conducto femoral, lado derecho. Se han extirpado los planos superficiales del triángulo femoral y la pared abdominal ha sido resecada; se ha conservado el ligamento inguinal. La fascia cribiforme ha sido incidida y rebatida medialmente.

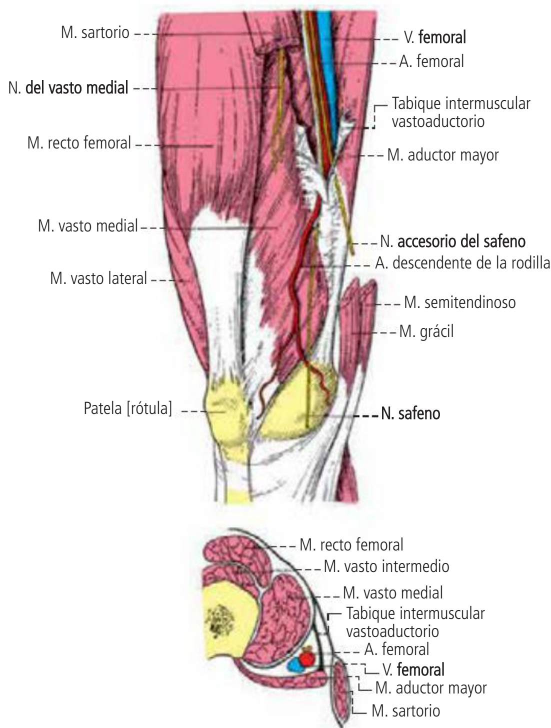


Fig. 67-8. Vista medial del tercio inferior del muslo derecho. Conducto aductor. En recuadro: corte transversal, segmento inferior del conducto aductor.

superficiales de la pared abdominal, anastomosándose medialmente con ramas de la epigástrica inferior, y lateralmente con la arteria siguiente.

- **Arteria circunfleja ilíaca superficial:** perfora la fascia cribiforme, se vuelve subcutánea y se dirige hacia la espina ilíaca anterosuperior, donde termina en ramos cutáneos. Puede originarse de un tronco común con la precedente.
- **Arteria pudenda externa superficial:** nace al mismo nivel que la anterior, atraviesa la fascia cribiforme, se vuelve subcutánea y se dirige hacia el anillo superficial del conducto inguinal, donde se divide en una rama superior que se pierde en los tegumentos del pubis, y otra inferior que se distribuye por el escroto en el hombre y por los labios mayores en la mujer.
- **Arteria pudenda externa profunda:** puede originarse de la femoral o de la femoral profunda a 3 o 4 cm por debajo del ligamento inguinal, pasa delante de la vena femoral, comprendida en el arco de la safena magna, se sitúa por delante del pectíneo y del aductor largo, atraviesa la fascia y se distribuye en el escroto en el hombre y en los labios mayores en la mujer.

Arteria femoral profunda

La **arteria femoral profunda** se separa hacia atrás y lateralmente de la femoral en el triángulo femoral (**fig. 67-9**). Proporciona la irrigación de los músculos extensores por las arterias circunfleja femoral lateral y del cuádriceps y de los músculos aductores y flexores, por las arterias circunflejas y por las arterias perforantes.

Desde su origen, se dirige hacia abajo y atrás, acompañada por venas voluminosas. Se insinúa entre el pectíneo y el aductor largo para pasar a la región de los aductores. Por su relación con otros músculos, puede cursar entre el aductor largo y el aductor corto, o bien volverse más profunda, aplicada al aductor mayor, cubierta por el aductor corto y el largo. En su trayecto proporciona ramas **musculares** y ramas **perforantes** que alcanzan la región posterior del muslo. La última perforante está constituida por la terminación de la arteria femoral profunda, que pasa así a la cara posterior del muslo (**fig. 67-10**). La femoral profunda es la arteria nutricia principal del muslo.

Las **ramas colaterales** (**figs. 67-9** y **67-10**) comprenden:

- La **arteria circunfleja femoral lateral:** se origina de la parte superior de la femoral profunda. Transcurre en sentido horizontal y lateral, pasa delante del psoas, luego entre el recto femoral y el fémur y penetra en el vasto lateral. Rodea la parte inferior del trocánter mayor y llega a la cara posterior del muslo. Da ramas al tensor de la fascia lata, al glúteo mayor, ramas articulares y osteoperiósticas.
- La **rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral** [arteria del cuádriceps], voluminosa, puede originarse de un tronco común con la arteria circunfleja femoral medial o de la femoral distal al nacimiento de la femoral profunda. Se dirige en sentido lateral y hacia abajo y se une al nervio del cuádriceps, pasa detrás del recto femoral, al que irriga, así como a las otras porciones del cuádriceps, situada debajo de la fascia que las envuelve. Las arterias tienen origen variable

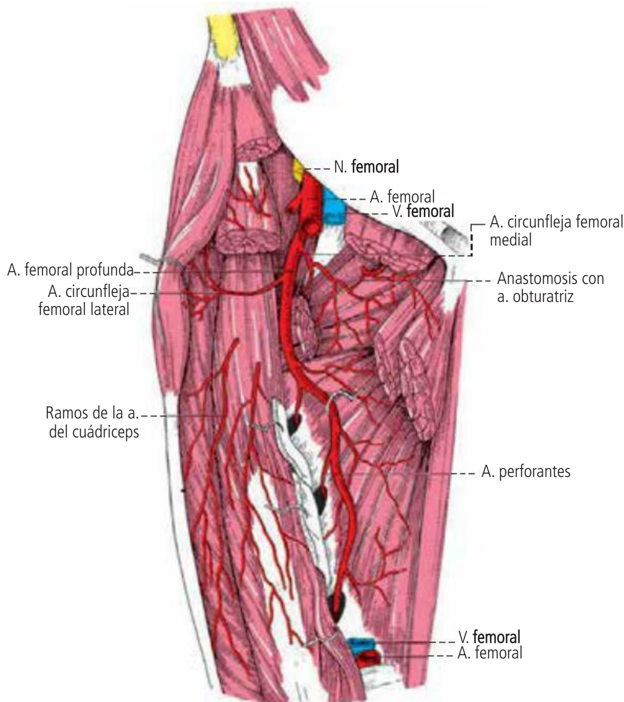


Fig. 67-9. Arteria femoral profunda, vista anterior.

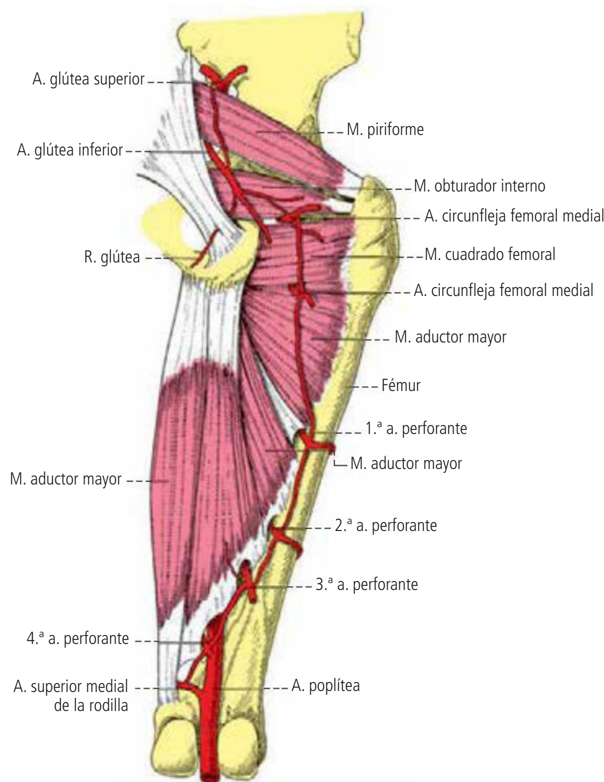


Fig. 67-10. Músculo aductor mayor derecho, visto por su cara posterior. Sistema anastomótico de glútea a poplítea (según Paturet).

y entre ellas forman un dispositivo complejo profundo. Su disección es laboriosa debido a las venas y nervios que se encuentran aquí.

- La **arteria circunfleja femoral medial**: se origina de la femoral profunda a la misma altura que la precedente. Se dirige hacia atrás, pasa entre el pectíneo y el psoas, contornea la cara inferior de la articulación coxofemoral con el tendón del obturador externo y llega a la región glútea aplicada a la cara profunda del músculo cuadrado femoral, y termina por ramas: **musculares**, para aductores e isquiotibiales; **anastomóticas**, con la obturatriz, la 1.ª perforante, circunfleja femoral lateral, glútea superior e inferior; **ramos articulares**, llegan a la cabeza del fémur, siguiendo la cara posterior del cuello. Las arterias circunflejas femorales lateral y medial se anastomosan entre sí formando un **círculo periarticular**.
- Las **arterias perforantes** (**figs. 67-9** y **67-10**): se originan de la cara posterior a lo largo del trayecto de la femoral profunda. Las superiores pueden perforar los aductores corto y mayor o solo este último, según la variedad de su trayecto. Estas arterias pasan por pequeños arcos aponeuróticos situados a lo largo de la línea de inserción en la línea áspera. Llegadas a la cara posterior del muslo, dan **ramos ascendentes**, que se anastomosan: el superior, con ramas de la glútea inferior y la circunfleja; **descendentes**, con ramos ascendentes de la subyacente; **transversales**, que terminan en los músculos aductor mayor e isquiotibiales. Las anastomosis de las arterias perforantes entre sí, y con las arterias glútea inferior y circunfleja, forman un sistema anastomótico vertical de interés en los trastornos arteriales de la vía femoral.

Ramas de la femoral distal al nacimiento de la femoral profunda

Son: **ramas musculares** para el cuádriceps y los aductores, y la arteria descendente de la rodilla [anastomótica mayor] (**fig. 67-8**) que nace en el conducto aductor en el punto en que la femoral se convierte en arteria poplítea. Desciende hacia delante, aplicada a la cara anterior de la arteria, y perfora la pared medial del conducto con el nervio safeno. Da ramas articulares para la rodilla, donde se anastomosa con ramas de la arteria femoral profunda, y ramas musculares que se unen con ramas de la poplítea.

Anastomosis

- Con la **ilíaca externa**: débiles, por la circunfleja ilíaca superficial.

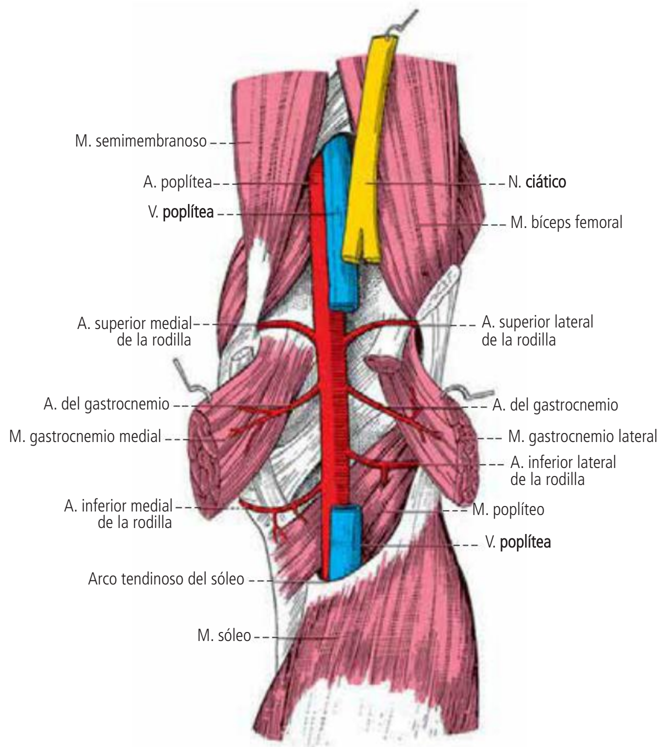


Fig. 67-11. Arteria poplítea y sus ramas, lado derecho, vista posterior.

- Con la **ilíaca interna**: pudendas externas-pudenda interna; circunfleja femoral medial-obturatriz; femoral profunda-glútea inferior.
- Con la **poplítea**: arcadas posteriores, círculo arterial de la rodilla.

En el ser vivo

Exploración

La arteria es superficial en el triángulo femoral. Se la siente latir al comprimirla sobre el plano óseo subyacente. Pueden percibirse sus latidos hasta el conducto aductor.

Arteriografía

Muestra el eje principal y sus colaterales. En caso de trombosis de este eje, se observan las vías eventuales de retorno de la sangre en el extremo inferior si este está libre, vías de las cuales la principal es la femoral profunda, en casos de obliteración, de la femoral. En casos de obliteración, las ramas musculares adquieren una importancia mayor, aunque no siempre aportan suficiente sangre por debajo de la obliteración para evitar la necrosis.

Línea de proyección de la arteria

Está trazada desde el medio del **ligamento inguinal** hasta el **tubérculo del aductor** en el cóndilo medial del fémur.

Abordaje quirúrgico

La punción, arteriotomía, endarterectomía, etc., puede limitarse a la arteria femoral proximal, a la femoral profunda o su amplio trayecto en toda la longitud del conducto femoral, hasta cabalgando sobre las regiones vecinas: abordaje iliofemoral, femoropoplíteo.

Arteria poplítea

Interpuesta entre la femoral y las arterias tibiales, asegura la vascularización de la rodilla, de la pierna y del pie.

Generalidades

Continúa a la arteria femoral después de que esta atraviesa el **hiato aductor** (**fig. 67-11**). Es una arteria voluminosa, de 7 a 9 mm de diámetro y de 12 a 14 cm de longitud.

Su **trayecto** es oblicuo hacia abajo y lateralmente, en su primer tercio. Los siguientes son verticales, ligeramente mediales al eje del miembro. La arteria pasa por detrás de la articulación de la rodilla. Termina en el **arco tendinoso del músculo sóleo** [anillo del sóleo], donde se divide en **arteria tibial anterior** y **arteria tibial posterior**; de esta última se origina la **arteria fibular [peronea]**.

Relaciones

Se la divide en tres segmentos: superior, medio e inferior (**fig. 67-12**).

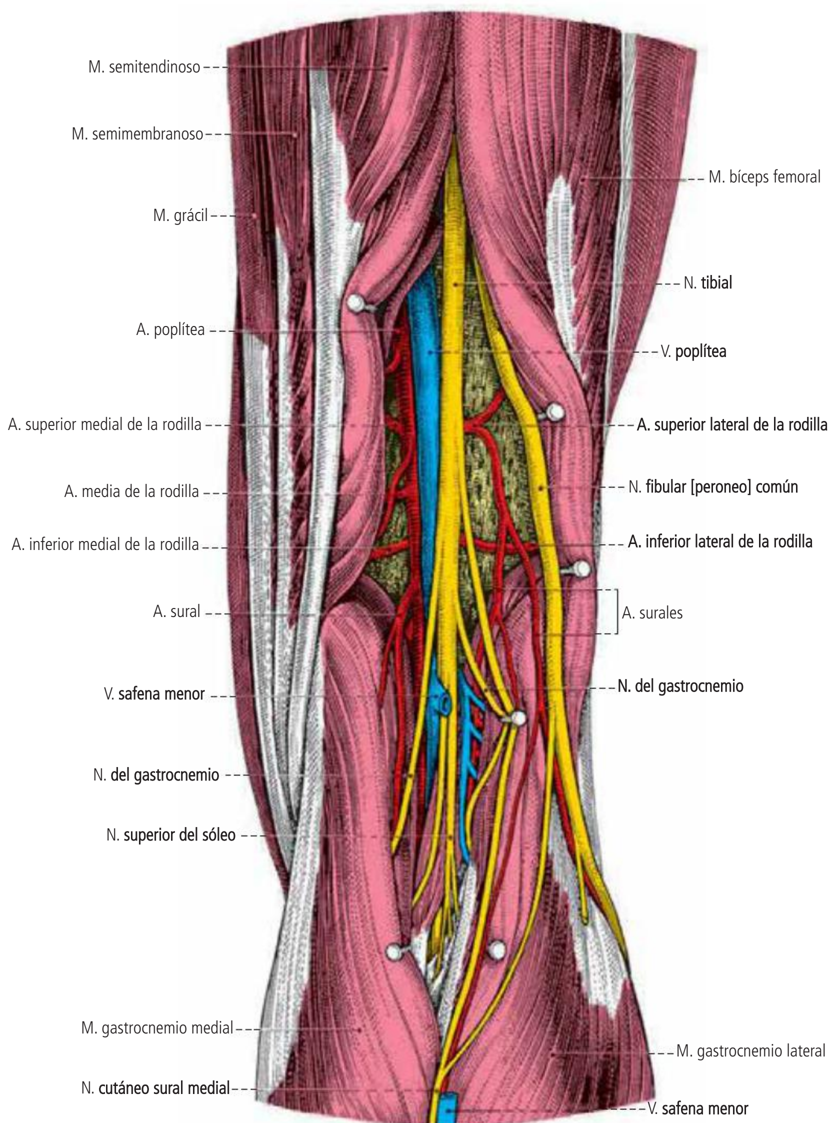


Fig. 67-12. Relaciones de la arteria poplítea, lado derecho.

Segmento superior

El tercio superior de la arteria, oblicuo, es muy profundo. Está aplicado contra la superficie poplítea del fémur, oculta atrás por el semimembranoso, todavía muscular, y por el tendón del semitendinoso. La **vena poplítea** que la acompaña está atrás y lateral a ella. El **nervio tibial**, originado en la bifurcación del ciático, se sitúa en sentido más lateral y superficial.

Segmento medio

La arteria alcanza el eje de la **fosa poplítea**. Los límites de esta región, en forma de **rombo**, comprenden seis paredes:

- **Pared profunda** (anterior), representada de arriba hacia abajo por la superficie poplítea del fémur y la cara posterior de la articulación de la rodilla, la cápsula con sus refuerzos, ligamentos poplíteo oblicuo y arqueado, y el músculo poplíteo.

- **Pared superomedial**, constituida por los tendones del semimembranoso y del semitendinoso.
- **Pared superolateral**, formada por el tendón del bíceps femoral.
- **Paredes inferomedial e inferolateral**, constituidas por el músculo gastrocnemio (cabeza medial y lateral). Insertado en los casquetes condíleos y en el fémur, sus dos cabezas convergen siguiendo el eje del miembro y van a cubrir más abajo al **eje vasculonervioso**.
- **Pared superficial** (posterior), una fascia con refuerzos está tendida de un lado al otro de la fosa poplítea. Esta lo separa de la piel, que es delgada y está marcada por los pliegues de flexión de la rodilla.

Los **órganos satélites** forman, con la arteria, el **eje vasculonervioso poplíteo**. La arteria, la vena poplítea y el nervio tibial están dispuestos de manera escalonada de la profundidad hacia la superficie y de medial a lateral. La **arteria** es, pues, el elemento más profundo y medial del eje vasculonervioso. La **vena poplítea**, única y ancha, está rodeada juntamente con la arteria en una vaina común. Recibe aquí a la **vena safena menor**. El **nervio tibial** es voluminoso, cilíndrico, sigue al **eje mayor del rombo**. De él se originan los nervios del gastrocnemio, el poplíteo, el sóleo y el cutáneo sural medial. El **nervio fibular [peroneo] común,** situado más lateral y adosado a lo largo del tendón del bíceps, se **aleja** del eje vasculonervioso. Los **nodos linfáticos** se hallan dispuestos a lo largo de los vasos (cuatro a seis). El conjunto está rodeado por una masa adiposa que mantiene al eje vasculonervioso a distancia de las paredes de la fosa poplítea en los movimientos de la rodilla.

Segmento inferior

En este segmento la **arteria poplítea** es más profunda (**fig. 67-13**). Cubierta por el músculo gastrocnemio, se aplica sobre la articulación de la rodilla, después sobre el músculo poplíteo que la separa de la extremidad superior de la tibia. Las relaciones con la vena y el nervio cambian: la **arteria** se aplica sobre el músculo poplíteo; la **vena**, que era lateral, cruza la cara posterior de la arteria y viene a colocarse en su lado medial, porción que ocupa debajo del arco tendinoso del sóleo; el **nervio tibial** se acerca a la arteria y es posterior a ella. Las colaterales arteriales, con sus venas y las ramas colaterales del nervio tibial forman un ambiente medial y lateral denso que hace atenta y laboriosa su disección.

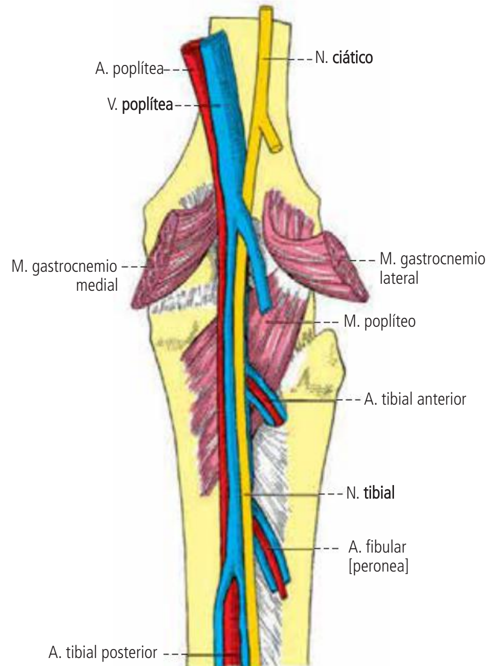


Fig. 67-13. Eje vasculonervioso poplíteo y origen de las arterias tibiales derechas (según Gregoire y Oberlin).

Distribución

Ramas colaterales

Después de algunas arteriolas, nacidas del segmento oblicuo, para los músculos vecinos, una de las más constantes se distribuye en el semimembranoso. El segmento vertical proporciona colaterales principales (**figs. 67-11** a **67-13**).

- **Arterias surales:** en número de dos, medial y lateral, nacen de la cara posterior de la poplítea a nivel de la interlínea articular, en forma aislada o por un tronco común. Divergen hacia abajo para abordar cada **cabeza del gastrocnemio** por su borde axial y por su cara profunda. Una de ellas, la arteria sural, puede seguir con el nervio cutáneo sural medial y lo acompaña hacia abajo en forma variable.
- **Arterias superiores lateral y medial:** ambas se originan de la cara anterior de la arteria poplítea, por encima de los cóndilos del fémur. La medial se adosa a la superficie poplítea, profunda al semimembranoso, pasa entre el tendón del aductor mayor y el fémur, y proporciona: una **rama profunda** que pasa profunda al vasto medial, termina en él y se anastomosa con ramas de la arteria descendente de la rodilla, y una **rama superficial** que desciende por la parte anteromedial de la rodilla y participa en la red patelar. La arteria lateral pasa profunda al bíceps y se divide en dos ramas: profunda, para el vasto lateral, y superficial que se distribuye en el lado anterolateral de la rodilla, donde se anastomosa con ramas de la superior medial y de la inferior lateral, participando en la formación de la **red patelar** [red rotuliana].
- **Arteria media de la rodilla:** nace de la cara anterior de la poplítea, algo por encima de la interlínea articular. Se dirige hacia adelante, atraviesa el ligamento posterior y llega al espacio intercondíleo suministrando ramas a los ligamentos cruzados, a la sinovial, al tejido adiposo intercondíleo y a la extremidad inferior del fémur.
- **Arterias inferiores lateral y medial:** se originan de la cara anterior de la poplítea. La lateral, a nivel de la interlínea, transcurre hacia abajo y lateralmente cubierta por la cabeza lateral del gastrocnemio y del plantar aplicada sobre el ligamento poplíteo arqueado, luego se sitúa entre el ligamento colateral fibular [peroneo] y el menisco lateral, y llega al plano conectivo entre la cápsula y la fascia lata, en el lado anterolateral de la rodilla, donde se anastomosa con las diferentes ramas que convergen en esta región. La medial se origina a nivel o debajo de la precedente. Desciende oblicua y medial, penetra

en la vaina del poplíteo al lado de su nervio, cruza el borde medial de la tibia por debajo de la tuberosidad entre el ligamento colateral tibial y el hueso. Suministra ramos periósticos y óseos y termina en el lado anteromedial de la rodilla, donde se anastomosa con diferentes ramas arteriales de la región.

Anastomosis

- De las **ramas entre sí**: las arterias articulares, excepto la arteria media, forman **la red articular de la rodilla**, que comprende un círculo superior perifemoral, un círculo inferior peritibial y anastomosis longitudinales peripatelares.
- Con **la femoral**: por la arteria descendente de la rodilla, unida al círculo peripatelar.
- Con las **arterias de la pierna**: por el círculo peritibial, unido a tres arterias recurrentes, dos tibiales y una fibular [peronea].

En el ser vivo

Exploración clínica

La rodilla debe estar flexionada para que se puedan percibir los latidos de la arteria, solo en su tercio medio.

Por sus anastomosis

La arteria está unida a los territorios suprayacentes y subyacentes; en caso de obliteración de la poplítea, rara vez logran restablecer una circulación valedera hacia abajo, por la falta de anastomosis intramusculares en este segmento articular del miembro.

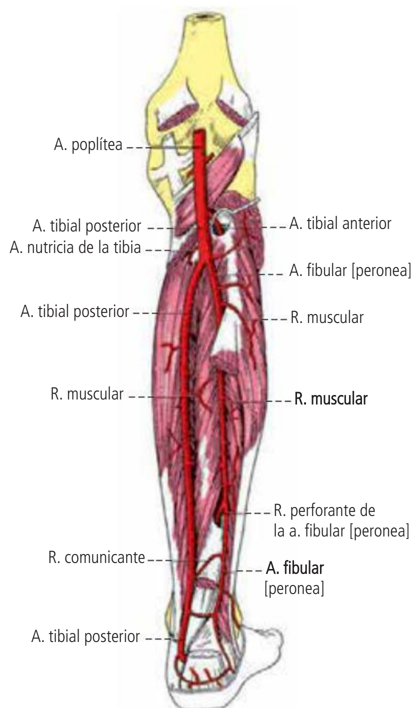


Fig. 67-14. Arterias de la cara posterior de la pierna derecha.

Arteriografía

Muestra el trayecto de la arteria, su estado y el de sus anastomosis. Esto pone de manifiesto, a veces, **aneurismas**, de los cuales la localización en la arteria poplítea es una de las más frecuentes.

Abordaje quirúrgico

Limitado en el eje de la fosa poplítea, permite la ligadura clásica de la arteria en su tercio medio. Es una vía exigua, por lo cual se prefiere el abordaje ampliado, posteromedial (Sautot), cuando se desea descubrir la totalidad de la arteria.

ARTERIAS DE LA PIERNA Y DEL PIE

Provienen de las **ramas terminales de la poplítea** (**fig. 67-14**): **arterias tibial anterior** y **tibial posterior**. Se constituyen así dos grupos:

- **Anterior y dorsal**, con la **arteria tibial anterior** y la **arteria dorsal del pie**.
- **Posterior y plantar**, que origina a la **arteria fibular [peronea]** y la **arteria tibial posterior** prolongada por las **arterias plantares medial y lateral**.

Arteria tibial anterior

Generalidades

La **arteria tibial anterior** comienza a nivel del **arco tendinoso del sóleo** (**figs. 67-14** y **67-15**). Se dirige abajo y hacia adelante en la región posterior de la pierna, pasa por encima de la membrana interósea y aparece en el compartimento anterior de la pierna. Desciende entonces oblicua, próxima a la fíbula [peroné] en su parte superior, se acerca a la tibia en su parte inferior, aplicándose a la cara anterior de la extremidad inferior de la tibia hasta el **retináculo de los extensores**, debajo del cual se denomina **arteria dorsal del pie**.

Relaciones

En su origen

Se ubica en el compartimento posterior de la pierna, muy profunda, cubierta por la cabeza lateral del gastrocnemio, y la inserción del sóleo en la fíbula [peroné].

En el compartimento anterior de la pierna

Los límites del espacio que ocupa la arteria tibial anterior son:

- **Atrás**, por la membrana interósea contra la cual la arteria está aplicada. Se apoya abajo, sobre la tibia.
- **Lateralmente**, por el extensor largo de los dedos y más abajo, por el extensor largo del dedo gordo.
- **Medialmente**, por el tibial anterior.
- **Adelante**, por el extensor largo de los dedos que excede a la arteria medialmente. El intersticio entre el extensor largo y el tibial anterior es oblicuo hacia atrás y lateralmente, oculto por la fascia profunda de la pierna.

Los **órganos satélites** son: dos venas anastomosadas entre sí alrededor de la arteria, acompañadas por los **troncos linfáticos** profundos de la pierna. En el borde superior de la membrana

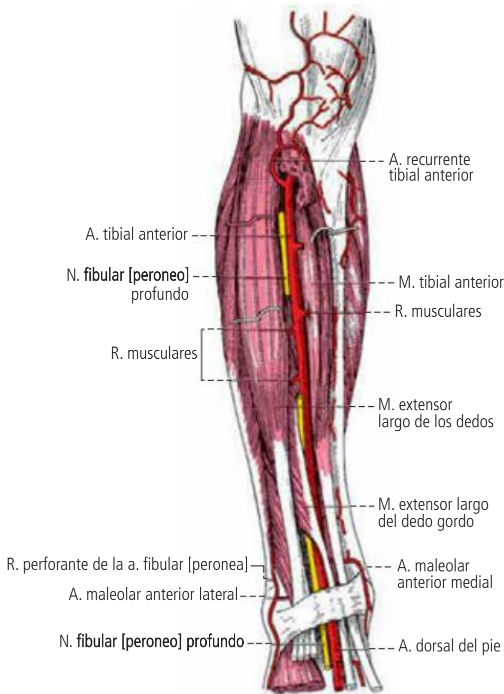


Fig. 67-15. Arterias de la cara anterior de la pierna derecha. El músculo tibial anterior se encuentra reclinado medialmente.

interósea pueden observarse: un **nodo linfático tibial anterior** y el **nervio fibular [peroneo] profundo**, rama del fibular [peroneo] común, primero está lateral a la arteria, luego la cruza adelante en forma de X muy alargada, que lo sitúa medial a ella a nivel del retináculo de los extensores. Estos elementos forman con la arteria el **eje vasculonervioso anterior de la pierna**.

En la proximidad del retináculo de los extensores

La arteria es más superficial. Los cuerpos musculares se continúan por sus tendones y la tibia se ensancha. Los tendones penetran en las vainas fibrosas y la arteria se desliza entre el extensor largo del dedo gordo medialmente, y el extensor largo de los dedos, lateralmente y por detrás del retináculo.

Distribución

Ramas colaterales

- La **arteria recurrente tibial anterior** se origina a la altura de la pierna, se dirige hacia arriba y en sentido medial, entre la tibia y el músculo tibial anterior, va a anastomosarse con el círculo peritibial de la articulación de la rodilla. La **recurrente fibular [peronea] anterior**, cuando existe, acompaña en sentido inverso al nervio superior del músculo tibial anterior.
- **Arterias musculares:** numerosas, irrigan los fibulares [peroneos] largo y corto y los músculos anterolaterales; se caracterizan por su disposición en escalera, perpendicular al eje de la arteria principal.
- **Arteria maleolar anterior medial:** originada arriba de la interlínea talocrural, se dirige hacia abajo y medialmente entre la tibia y el tendón del tibial anterior. Proporciona ramos a la articulación y a los tegumentos que cubren el maléolo medial.
- **Arteria maleolar anterior lateral:** se dirige en forma oblicua hacia abajo y lateral, entre la fíbula [el peroné] y el extensor largo de los dedos. Va al maléolo lateral. Irriga la articulación y los tegumentos de la parte lateral de la articulación talocrural.

Anastomosis

Se sitúan en las extremidades de la arteria. **Arriba**, con la femoral y la poplítea, por la red articular de la rodilla: **abajo**, por una red articular con las arterias fibular [peronea] y tibial posterior.

En el ser vivo

Examen clínico

Es difícil percibir los latidos de la arteria tibial anterior debido a su profundidad.

Arteriografía

La grafica bien cuando es normal, pero aparece siempre bastante fina.

La **arteria irriga** los músculos de la región anterior de la pierna: músculos de la flexión dorsal del pie y de los dedos, de la flexión plantar por los fibulares [peroneos] largo y corto. Sus anastomosis con la femoral y la poplítea, situadas fuera de las masas musculares alrededor de la rodilla, no tienen gran valor en caso de trombosis de la poplítea. Lo mismo sucede para sus anastomosis inferiores con la tibial posterior y la fibular [peronea].

Abordaje quirúrgico

El **cirujano la aborda** en un trayecto señalado superficialmente por una línea extendida desde la depresión prefibular, difícil de percibir, al medio de la línea bimaleolar. En la amputación de la pierna con colgajo anterolateral, la arteria debe conservarse hasta el extremo del colgajo debido a la disposición transversal de sus colaterales.

Arteria dorsal del pie [pedia]

Generalidades

Esta arteria prolonga la tibial anterior a partir del borde inferior del retináculo inferior de los extensores (**fig. 67-16**). Se dirige hacia adelante y algo medial, hasta la parte posterior del 1.er espacio intermetatarsiano, que perfora, para terminar anastomosándose por inosculación con la **arteria plantar lateral**. Su diámetro es pequeño (2 a 3 mm), inversamente proporcional al de la plantar lateral.

Relaciones

Atrás se apoya sobre la cabeza del talus [astrágalo], el navicular y el cuneiforme intermedio, sus articulaciones y sus ligamentos. **Medialmente**, se relaciona con el tendón del extensor largo del dedo gordo, paralelo a ella. **Lateralmente**, corresponde al borde medial del músculo extensor corto de los dedos, cubierto por los tendones del extensor largo de los dedos. **Adelante**,

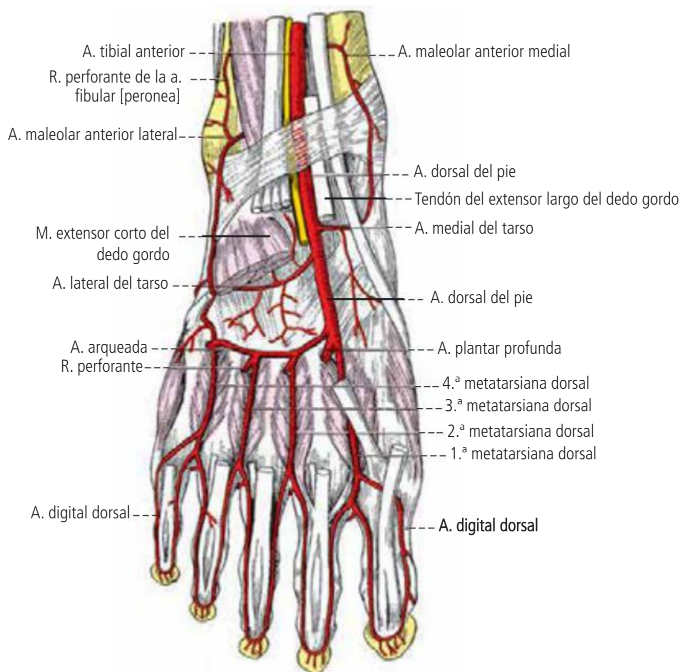


Fig. 67-16. Arterias del dorso del pie derecho.

está cubierta por la piel, el tejido subcutáneo con las venas que originan la safena magna, los ramos terminales del nervio fibular [peroneo] superficial, la fascia dorsal superficial y la profunda, que luego de aplicar la arteria contra el plano óseo se desdobla para envainar al músculo extensor corto de los dedos.

La **arteria dorsal del pie** está acompañada por dos venas satélites y por el ramo terminal del **nervio fibular [peroneo] profundo** que, en general, sigue a su lado medial.

Distribución

La arteria proporciona algunos ramos supratarsianos y tarsianos mediales que se anastomosan con divisiones de la plantar medial; lateralmente origina dos ramas importantes: la **arteria lateral del tarso** y la **arteria arqueada**, y en el momento en que perfora el 1.er espacio interóseo emite la **arteria 1.ª metatarsiana dorsal** [interósea dorsal del 1.er espacio].

Ramas colaterales

- **Arteria lateral del tarso:** originada por debajo del borde inferior del retináculo, se dirige en sentido lateral, introduciéndose profunda al extensor corto del dedo gordo, termina en el borde lateral del pie anastomosándose con ramas de la plantar lateral. Proporciona **ramas ascendentes**, hacia el seno del tarso, huesos del tarso y articulaciones, músculos extensores cortos, tendones y tegumentos. También **ramas descendentes** para los huesos del tarso y sus articulaciones, que se anastomosan con ramas ascendentes de la arteria siguiente.
- **Arteria arqueada:** se origina cerca del 1.er espacio interóseo. De dirección lateral, describe un arco con concavidad superior que se anastomosa con la plantar lateral. De su **concavidad** se originan ramos que se anastomosan con ramos de la arteria precedente. De su **convexidad** se originan cuatro **arterias metatarsianas dorsales**, cada una de las cuales desciende por su respectivo espacio interóseo y al llegar a la raíz de los dedos se divide en dos ramas divergentes: una **rama medial** que se dirige al dedo situado medialmente, la **arteria digital dorsal lateral** de este dedo, y una **rama lateral** destinada al dedo situado **lateralmente, la arteria digital dorsal medial**. Cada una de las **arterias metatarsianas dorsales** comunica con la arteria interósea plantar correspondiente por **dos arterias perforantes** situadas en cada uno de los extremos del espacio.

Rama terminal

Arteria plantar profunda [perforante del 1.er espacio], se anastomosa en la extremidad posterior del 1.er espacio con la **arteria plantar lateral**, para completar el arco plantar profundo.

En el ser vivo

Exploración clínica

Se pueden palpar sus latidos por delante del esqueleto tarsiano, pues es superficial. Se los busca de manera sistemática durante el examen completo de las arterias del miembro inferior.

Valor funcional

Es importante, pues contribuye a la vascularización de los dedos, muy sensibles al frío (eritema pernio o sabañón) y a la

gangrena en caso de trombosis arterial (gangrena distal). Sus anastomosis con las arterias de la pierna no tienen gran valor en la región talocrural pero, como está ampliamente anastomosada a las arterias plantares, estas últimas permiten su ligadura.

Cirugía

Se la descubre con facilidad entre los tendones del **extensor largo de los dedos** y el **extensor largo del dedo gordo**, inmediatamente medial al borde medial del **músculo extensor corto del dedo gordo**.

Arteria tibial posterior

La **porción proximal** de la **arteria tibial posterior** [tronco tibioperoneo] continúa el trayecto y la dirección de la arteria poplítea.

La **arteria tibial posterior** se origina por debajo del arco tendinoso del sóleo, y es una de las dos ramas de bifurcación de la **arteria poplítea**. Se encuentra aplicada al **músculo tibial posterior**. Está cubierta por detrás por todo el espesor del gastrocnemio y del sóleo. Transcurre en sentido vertical según el eje de la pierna (**fig. 67-17**). Antes de dar a la **arteria fibular [peronea]**, recorre una longitud variable de 1 a 8 cm. Está acompañada por **dos venas**, y no una sola vena como la arteria poplítea, y por el **nervio tibial** situado detrás de ella. Da algunas colaterales entre las cuales están la arteria superior del sóleo y la arteria nutricia de la tibia, que penetra en el foramen nutricio de este hueso. La descripción de la **arteria tibial posterior porción distal** (luego de dar la **arteria fibular [peronea]**) se realizará más adelante.

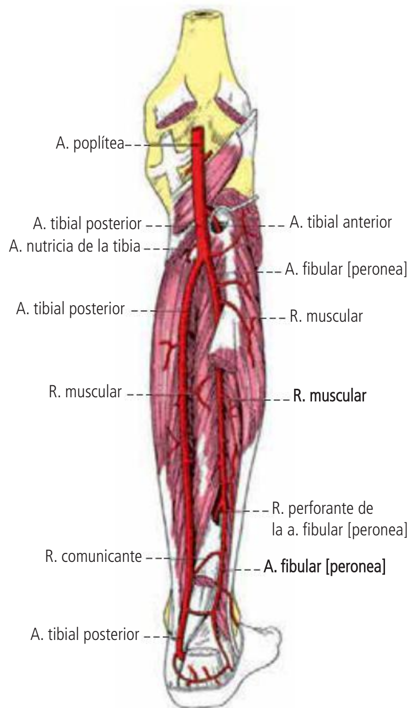


Fig. 67-17. Arterias de la cara posterior de la pierna derecha.

Arteria fibular [peronea]

Generalidades

Originada de la **arteria tibial posterior**, se separa de ella dirigiéndose hacia abajo y en sentido lateral, luego se hace vertical y desciende por la cara posterior de la pierna hasta la extremidad inferior de la membrana interósea, donde termina. Es una arteria destinada únicamente a la pierna, y su diámetro varía en razón inversa al diámetro de la arteria tibial posterior.

Relaciones

Está situada entre la capa superficial del tríceps sural y la capa profunda de los músculos posteriores, aplicada a estos últimos por la fascia profunda. Se aplica primero sobre el tibial posterior. Más abajo se introduce bajo el flexor largo del dedo gordo y se hunde en su espesor. Situada medial a la fíbula [peroné], se encuentra por detrás de la membrana interósea. La acompañan dos venas satélites y troncos linfáticos profundos. El **nervio tibial** cruza la cara posterior del segmento oblicuo de la arteria fibular [peronea] y luego se sitúa medial a ella. El nervio tiene un trayecto axial más cercano a la **arteria tibial posterior**.

Distribución

Ramas colaterales

Están destinadas a los músculos vecinos: sóleo, tibial posterior, flexor largo del dedo gordo y los dos fibulares [peroneos], largo y corto, y la arteria nutricia de la fíbula [peroné].

Ramas terminales

Son las ramas **perforante** y **maleolar lateral**. La **rama perforante** [fibular anterior] perfora la membrana interósea, llega a la cara anterior de la articulación talocrural y se anastomosa con la **arteria maleolar anterior lateral** de la tibial anterior. La **rama maleolar lateral** [fibular posterior] continúa la dirección de la arteria fibular [peronea], de la que procede y se ramifica en la parte lateral de los planos superficiales del talón dando **ramas calcáneas**.

En el ser vivo

Es una arteria únicamente nutricia. A veces resulta lesionada en las fracturas de la fíbula [peroné]. De difícil acceso, posee escaso valor anastomótico en la red maleolar lateral.

Arteria tibial posterior (porción distal)

Generalidades

Aquí se continúa la descripción de la **arteria tibial posterior**, **distalmente** al origen de la **arteria fibular [peronea]**. Su **trayecto** es primero oblicuo hacia abajo y en sentido medial, luego se vuelve vertical, paralelo a la cara posterior de la tibia, a 2 cm de su borde medial (punto de referencia). La arteria tibial posterior es la más voluminosa de las arterias de la pierna. En la parte inferior de la pierna pasa detrás de la articulación talocrural, en el **canal retromaleolar medial**, y penetra en el **túnel del tarso**, bajo el maléolo medial, donde termina por bifurcación en dos **arterias plantares**.

Relaciones

Se las describe a nivel de la pierna, del canal retromaleolar medial y en el túnel del tarso.

En la pierna

Adelante, se apoya sobre el tibial posterior y sigue el borde lateral del flexor largo de los dedos, situada con ellos, cubierta por la delgada fascia profunda de la pierna. **Atrás**, está cubierta por el tríceps sural. **Arriba**, el gastrocnemio, grueso y colmado de venas, cubre el sóleo, cuya aponeurosis intramuscular se halla más cercana a su cara profunda. En la parte **inferior de la pierna**, la arteria se desprende del borde medial del tendón calcáneo, cubierta por la fascia y los planos superficiales. Está acompañada por dos venas y por el **nervio tibial**, que es axial, situado lateralmente a la arteria, a la cual se acerca más abajo.

En el canal retromaleolar medial

Situada **adelante** y **medial** al tendón calcáneo, a mitad de distancia de este y del borde posterior del maléolo medial, la arteria se relaciona con la cara posterior de la extremidad inferior de la tibia, sobre la que se deslizan los tendones profundos dispuestos: medialmente, los del flexor largo de los dedos y tibial posterior en una vaina común; lateralmente, el tendón del flexor largo del dedo gordo, en una vaina propia (**fig. 67-18**). La arteria está situada entre estas dos vainas, en el intersticio intertendinoso, detrás de la cápsula articular. Por **detrás**, se encuentra cubierta por las dos láminas fasciales: la profunda se desdobla y forma una vaina al pedículo vasculonervioso. Ambas láminas se separan lateralmente delimitando un espacio ocupado por tejido adiposo por delante del tendón calcáneo. La **arteria tibial posterior** está acompañada por sus dos venas satélites y el nervio tibial tiende a hacerse posterior a la arteria.

En el túnel del tarso

La arteria se curva hacia abajo y adelante y se bifurca en plantar medial y lateral (**fig. 67-19**). **Lateralmente**, la arteria se aplica a la cara medial del calcáneo, que presenta en su parte superior el **sustentaculum tali**. Debajo de él existe un surco óseo para el flexor largo del dedo gordo. Inmediatamente lateral a este surco, se inserta el fascículo medial del músculo **cuadrado plantar**. Los **tendones** se disponen:

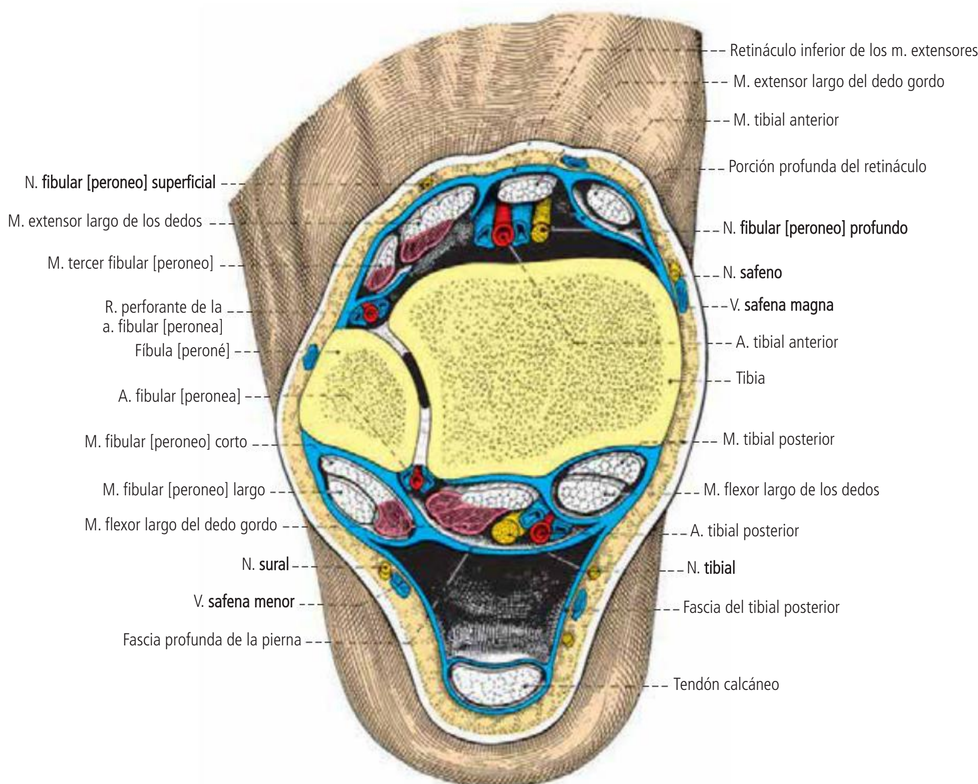


Fig. 67-18. Corte de la articulación talocrural izquierda que pasa a través de los maléolos, por encima de la articulación (segmento inferior del corte).

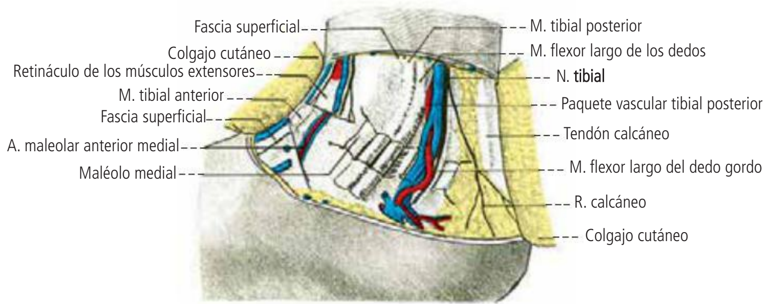


Fig. 67-19. Arteria tibial posterior derecha en el canal retromaleolar medial.

- El del **tibial posterior** es el más superficial y anterior; el más elevado, se relaciona con el ligamento colateral medial, no tiene relación con la arteria.
- El del **flexor largo de los dedos** es también elevado, situado en el borde libre del sustentaculum tali, tampoco tiene contacto con la arteria.
- El del **flexor largo del dedo gordo**, aplicado a la cara medial del calcáneo, es el más posterior e inferior. Se relaciona con la **arteria tibial posterior**, cruzando su cara lateral o profunda; la arteria es el elemento más superficial. En el momento en que la arteria cruza a este tendón se divide en **arteria plantar lateral** y **arteria plantar medial**.

Medialmente, los planos que forman la pared medial del túnel del tarso cubren la arteria: piel, tejido subcutáneo y retináculo medial, formado por la fusión de ambas fascias, superficial y profunda, la que se desdobla hacia el músculo abductor del dedo gordo, constituyendo con este la pared medial del túnel del tarso.

La arteria está acompañada por **dos venas** y por el **nervio tibial**; primero es posterior, luego se vuelve inferior a la arteria y su bifurcación se realiza siempre más temprano que la de la arteria. Así, el **nervio plantar lateral** queda situado como el nervio tibial, debajo de la arteria, mientras que el **nervio plantar medial** cruza la cara profunda de la arteria tibial posterior para reunirse con la arteria plantar medial.

Distribución

Ramas colaterales

- **En la pierna**, la arteria tibial posterior da numerosos **ramos musculares** destinados al sóleo y a los músculos profundos.
- En la articulación talocrural, envía: un ramo **anastomótico** a la rama maleolar lateral de la arteria fibular [peronea] y una **rama calcánea**, que puede originarse en el túnel del tarso. Sus ramas se distribuyen en el músculo abductor del dedo gordo y en el periostio subyacente.
- **Ramas maleolares mediales**, que participan en la red maleolar interna.
- Arteria **nutricia** de la tibia.

Anastomosis

Se realizan con la fibular [peronea] y la tibial anterior por la **red maleolar**; con la **dorsal del pie** por sus ramas terminales.

En el ser vivo

Exploración clínica

La arteria es superficial en el **canal retromaleolar medial**, donde se sienten muy bien sus pulsaciones. Su presencia y sus características tienen un gran valor semiológico en el análisis de los trastornos circulatorios de la pierna y del pie.

Arteriografía

La objetiva muy bien, pues se encuentra directamente hacia abajo en el eje de la arteria poplítea.

Valor funcional

Es considerable, no solo por sus ramas terminales, sino por sí misma: irrigación de los músculos posteriores de la pierna (flexión plantar del pie y de los dedos), territorio cutáneo que irriga la cara medial posterior del pie.

Cirugía

El cirujano puede **abordarla** evitando el gastrocnemio. Se pasa así medial a la cabeza medial del gastrocnemio, a dos traveses de dedo por detrás del borde medial de la tibia, pero atravesando el sóleo. En la articulación talocrural su acceso es fácil, a través de las dos fascias que la cubren medial y delante del borde medialmente del **tendón calcáneo**.

Arterias plantares medial y lateral

Originadas en el **canal retromaleolar medial** por división de la **arteria tibial posterior**, las arterias plantares medial y lateral se separan en dirección de los dos bordes de la planta del pie.

Arteria plantar medial

Desde su origen se dirige directamente hacia adelante, cubierta por el abductor del dedo gordo. Está acompañada por el **nervio plantar medial** y por dos venas. Cruza profundamente a los tendones del flexor largo de los dedos y del flexor largo del dedo gordo, y acompaña a este último en dirección a la cabeza del 1.er metatarsiano, donde termina originando las arterias digitales plantares.

En el trayecto, da ramas musculares, óseas, articulares y cutáneas.

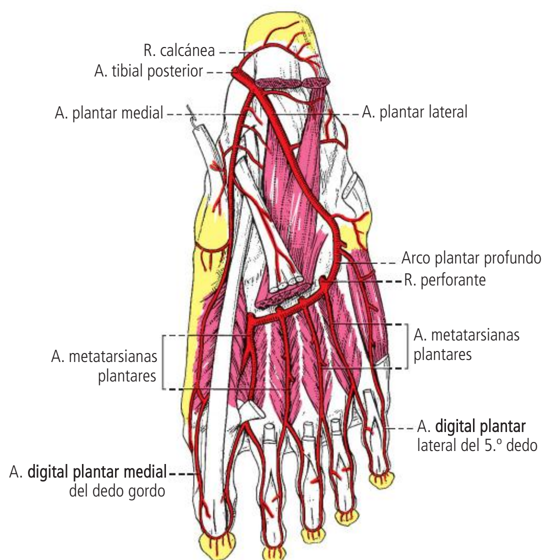


Fig. 67-20. Arterias de la planta del pie derecho.

Ramas terminales

Son la **digital plantar medial** del dedo gordo y la **digital plantar lateral** del mismo dedo, de diámetro menor.

Se **anastomosa** con ramas de la dorsal del pie en el borde medial de este y con la plantar lateral, posteriormente al 1er espacio interóseo.

Arteria plantar lateral

Esta arteria es más voluminosa que la precedente. Su trayecto es más complejo y su territorio, más extenso.

Se dirige primero en forma oblicua hacia abajo y lateral, entre el cuadrado plantar y el flexor corto de los dedos. Queda cubierta por este último músculo. Atraviesa el grupo plantar medio y el tabique lateral de la planta, para aparecer en el grupo lateral a la altura de la extremidad proximal del 5.º metatarsiano. Se acoda entonces tomando una dirección entre medial y anterior. Aplicada contra el esqueleto, en cuyo arco se adapta, vuelve al grupo medio que atraviesa hasta la extremidad superior del 1.er espacio interóseo, donde se **anastomosa** por inosculación con la **plantar profunda**, rama terminal de la **arteria dorsal del pie**. Este segundo segmento constituye el **arco plantar profundo**, situado profundamente a las inserciones de la cabeza oblicua del aductor del dedo gordo y luego, del flexor corto del dedo gordo, que lo separa de los tendones flexores de los dedos. En todo este trayecto, la arteria está acompañada por dos venas y por el **nervio plantar lateral**, cuyo ramo anterior sigue al arco plantar profundo.

Las **ramas colaterales** del segmento oblicuo son musculares, osteoarticulares y cutáneas.

El **arco plantar profundo** da ramas osteoarticulares por su concavidad. Por su convexidad origina: la **colateral lateral del 5.º dedo**; la 4.ª, 3.ª, 2.ª y 1.ª **metatarsianas plantares**, que transcurren en los espacios interóseos y terminan proporcionando las arterias **digitales plantares comunes**, análogas a las de los dedos de la mano. Estas arterias se anastomosan con las interóseas dorsales por las **ramas perforantes**.

Por su cara superior, el **arco plantar profundo** origina **ramas perforantes**, que alcanzan a las metatarsianas dorsales con las cuales se anastomosan. La perforante del 1.er espacio constituye su **rama terminal**.

En el ser vivo

Las arterias plantares escapan a la exploración clínica directa. La **arteriografía** puede no ser fiel, pues las arterias son pequeñas y su disposición, bastante variable. La **termografía** es mejor para dar cuenta la circulación del pie y de los dedos.

El **valor funcional** de estas arterias es considerable, no solo porque irrigan los músculos plantares, sino sobre todo por el aporte de sangre a los dedos. Estos, como los dedos de la mano, disponen de **arterias digitales** colaterales, medial y lateral, dorsal y plantar. Estas últimas están más desarrolladas. Estas **arterias digitales** representan la terminación de una red arterial **ampliamente anastomosada** en el pie por las **ramas perforantes**, que unen la red dorsal a la plantar. En la exploración clínica, la circulación distal puede evaluarse comprobando el tiempo de llenado capilar de los lechos ungueales del pie.

El cirujano prácticamente nunca **aborda** las arterias plantares en forma directa. Las respeta en la confección de los colgajos de las diversas amputaciones del pie. Sabe que su ligadura (heridas de la planta del pie) estará siempre compensada por anastomosis, y que esa ligadura no ocasionará gangrena.

Véase **Caso clínico:** *Obstrucción arterial femoral*

Venas del miembro inferior

68

Comprenden, como las del miembro superior, una **red profunda** satélite de las arterias principales y una **red superficial**, subcutánea. Estas venas disponen de válvulas destinadas a facilitar la circulación de la sangre que se efectúa en un sentido opuesto a la acción de la gravedad.

RED VENOSA PROFUNDA

Las venas que la constituyen llevan el nombre de las arterias a las que acompañan. Existen **dos venas satélites** para cada arteria situada **distalmente a la arteria tibial** y **una sola vena** para las **arterias poplítea** y **femoral**. Se encuentran nuevamente **dos venas** por cada arteria alrededor de las **colaterales** de esas grandes arterias y acompañando a las ramas de la arteria ilíaca interna destinadas al miembro inferior, **glútea superior** y **glútea inferior**.

Venas profundas del pie y de la pierna

Como las arterias, constituyen:

- Un **sistema dorsal** y **anterior**: formado por las venas digitales, metatarsianas, arco venoso dorsal del pie y red venosa dorsal del pie, y dos venas tibiales anteriores.
- Un **sistema plantar** y **posterior**: dos venas plantares mediales y dos venas plantares laterales que drenan: las digitales plantares, y las metatarsianas, arco y red venosa plantar; dos venas tibiales posteriores y dos fibulares [peroneas]. En general basta conocer las arterias del miembro inferior para conocer las venas profundas. El sistema posterior de la pierna está enriquecido por corrientes muy importantes provenientes del músculo sóleo, que contiene venas voluminosas dispuestas en forma de lagunas vasculares.

Los dos sistemas, el anterior y el posterior, se comunican en el pie por las **perforantes interóseas** entre los metatarsianos, y en la pierna, por anastomosis que atraviesan la membrana interósea.

El **sistema venoso posterior** drena su sangre en las **venas tibiales posteriores**. En las proximidades del arco tendinoso del músculo sóleo, estas reciben a las **venas tibiales anteriores**, para formar la **vena poplítea**.

Vena poplítea

Es satélite de la arteria del mismo nombre (**fig. 68-1**). Comienza en el arco tendinoso del sóleo por la unión de las **venas tibiales anteriores** con las **venas tibiales posteriores**. Se sitúa por detrás y lateral a la arteria poplítea y se interpone entre la arteria y el nervio tibial. Durante su trayecto, recibe las venas del gastrocnemio, venas articulares y la **vena safena menor**, que pertenece a la red superficial. La **vena poplítea** termina en el **hiato aductor**.

Vena femoral

Es la continuación de la **poplítea**. Es satélite de la **arteria femoral** desde el hiato aductor hasta el ligamento inguinal (**fig. 68-2**). Recorre así, sucesivamente: el conducto aductor y el triángulo femoral. Primero es posterior en relación con la arteria, describe alrededor de esta un trayecto espiral que la ubica medial a ella a nivel de la raíz del miembro. A veces está seguida por una vena colateral que aparece en el conducto aductor.

Recibe a la vena articular de la rodilla, venas satélites de las ramas colaterales arteriales, venas musculares, y a la **vena femoral profunda**, muy voluminosa. Esta última es satélite de la arteria femoral profunda y de las arterias perforantes. La **vena femoral** recibe también a la **vena safena magna**, que forma parte de la red superficial.

La **vena femoral** pasa por la laguna vascular, situada medial a la arteria, y se continúa como vena ilíaca externa. Las tributarias de la vena femoral a menudo difieren de la descripción que aquí se hace.

Venas posteriores del muslo y venas glúteas

La **vena glútea inferior** [isquiática] nace de afluentes musculares posteriores, asciende con la arteria de su mismo nombre, se enriquece con numerosos afluentes glúteos inferiores y penetra en la pelvis por el **espacio infrapiriforme** del foramen ciático mayor, para terminar en la **vena ilíaca interna**. Las venas **glúteas superiores** rodean a la arteria homónima. Muy voluminosas (tórculo glúteo), penetran en la pelvis por el **espacio suprapiriforme** del foramen ciático mayor, para terminar también en la **vena ilíaca interna**.

Características comunes de las venas de la red profunda

- Poseen **válvulas**, sobre todo las venas de la pierna. Existen también válvulas poplíteas y femorales (tres o cuatro).
- Se **anastomosan** de un compartimento del muslo a otro, a través de las **venas perforantes**, destinadas a la femoral profunda y a la glútea inferior.
- Aseguran una **circulación** muy activa, a partir de sus afluentes musculares, particularmente voluminosos en el compartimento posterior de la pierna (tríceps sural) y en el muslo.

RED VENOSA SUPERFICIAL

Es muy rica, situada en el tejido subcutáneo. Originada en el pie, se resume en dos colectores, las **venas safena menor** y **magna**.

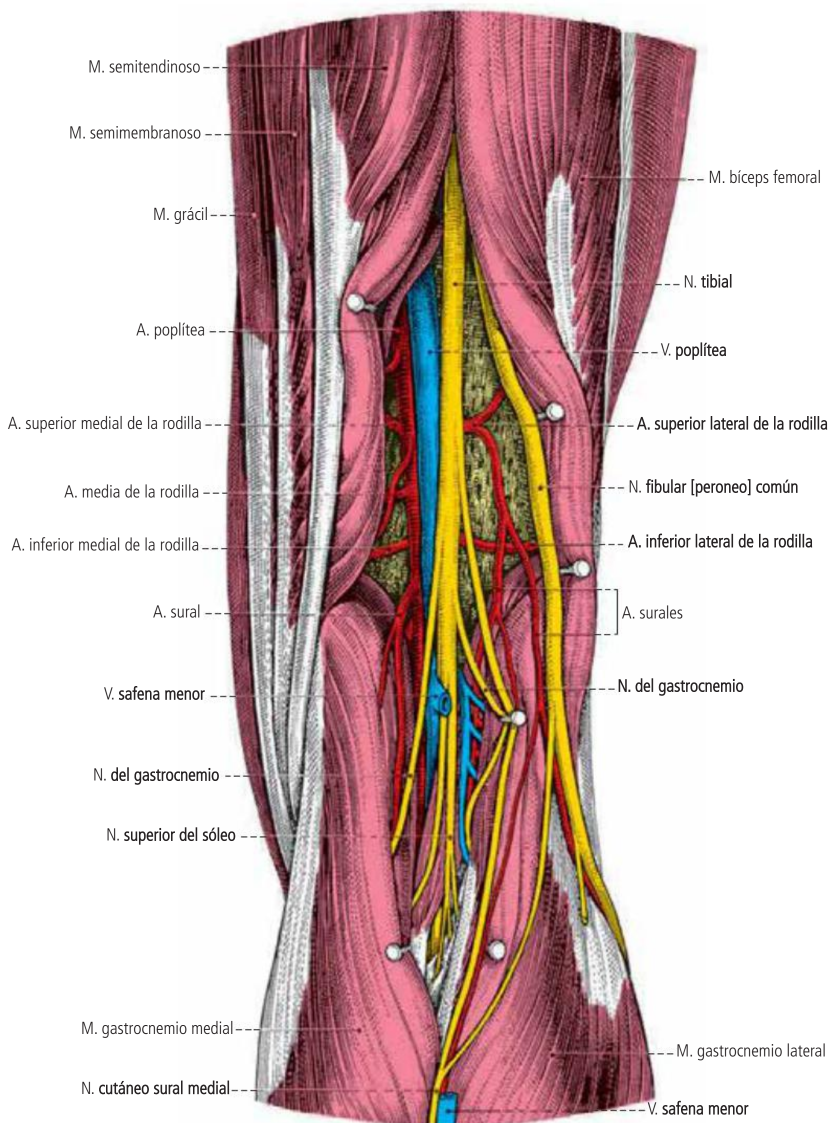


Fig. 68-1. Relaciones de la vena poplítea, lado derecho.

Venas del pie

En la planta del pie

Las venas son muy numerosas (suela venosa plantar) (**fig. 68-3**) y adherentes al tejido subcutáneo; forman una red anastomótica. Adelante se originan por arcos que comunican con las venas del dorso. Lateralmente terminan en dos venas marginales, **lateral** y **medial**, que comunican con la red profunda del pie. Atrás, en la planta del pie, son muy voluminosas y se continúan con las venas superficiales de la pierna.

En el dorso del pie

Existe un arco venoso en el cual terminan las venas de los dedos (**fig. 68-4**). De este arco parten dos venas: una **dorsal medial**, otra **dorsal lateral**, y son continuadas por las venas safenas.

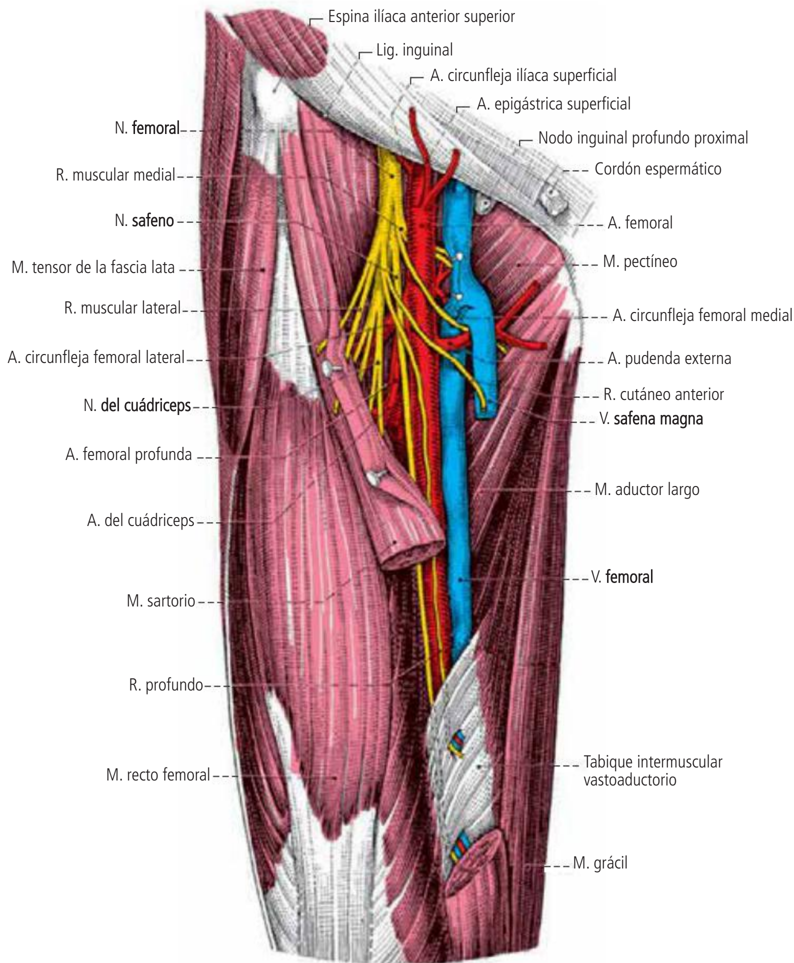


Fig. 68-2. Relaciones de la vena femoral, lado derecho.

Vena safena menor (parva) [safena externa]

Nace en la vena dorsal lateral, pasa **detrás del maléolo lateral** y sigue el borde lateral del tendón calcáneo (**figs. 68-5** y **68-6**). En el tercio superior de la pierna **perfora la fascia superficial** y se sitúa en el surco que separa las dos cabezas del gastrocnemio. Asciende así hasta la fosa poplítea, se inclina hacia adelante, perfora la **fascia profunda** y termina en la **vena poplítea**. En su desembocadura, la **vena safena menor** recibe una vena **anastomótica** suprafascial que contornea la cara medial del muslo y termina en la **vena safena magna**, algo por debajo de su terminación en la vena femoral. En su trayecto, la **vena safena menor** está acompañada por el **nervio sural** y una **arteriola** del mismo nombre, rama de las arterias del gastrocnemio; recibe numerosos afluentes superficiales de diferentes orientaciones que provienen de los tegumentos de la parte posterior y lateral de la pierna. Por **venas comunicantes** se anastomosa con las venas profundas. La vena safena menor posee numerosas válvulas, de ocho a quince, desde su origen hasta su terminación.

Vena safena magna (mayor) [safena interna]

Se origina por **delante del maléolo medial** como continuación de la **vena dorsal medial** (**figs. 68-7** y **68-8**). Su trayecto general es vertical y ascendente; está situada en la cara medial de la pierna, luego en la cara medial de la rodilla, donde es flanqueada por el nervio safeno. En el muslo se inclina hacia adelante, alcanza el triángulo femoral y describe allí un arco cóncavo abajo y lateralmente: el **arco de la safena magna** [cayado], que atraviesa la fascia cribiforme por el **hiato safeno** [fosa oval], limitada lateralmente y abajo por el **borde falciforme** [ligamento de Allan Burns], con un asta superior y un asta

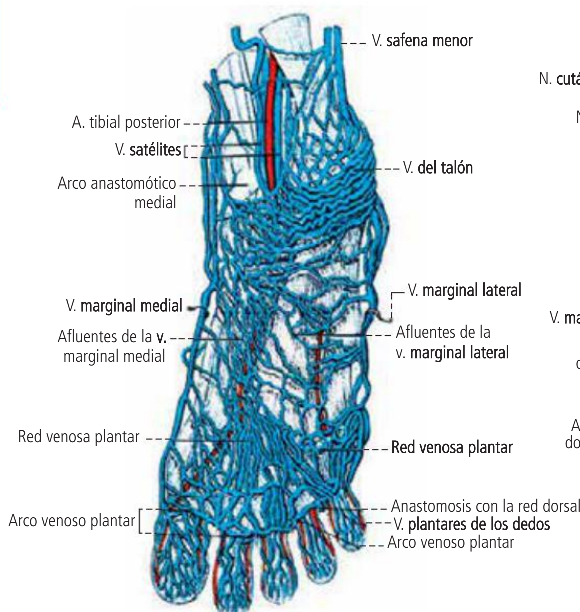


Fig. 68-3. Red venosa plantar, lado derecho.

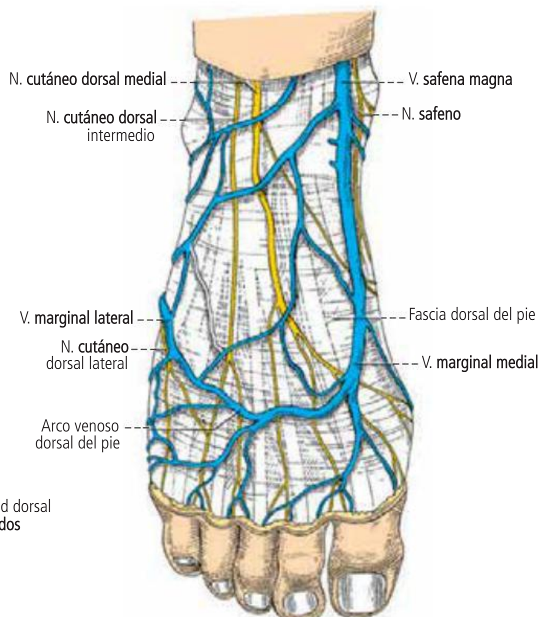


Fig. 68-4. Venas y nervios superficiales del dorso del pie.

inferior. De esta manera, la vena safena magna termina en la **vena femoral**.

En este trayecto, la **vena safena magna** aumenta poco a poco de volumen, gracias a numerosas colaterales procedentes de los planos superficiales del dorso del pie, de la pierna y del muslo. El arco de la safena recibe afluentes en forma de estrella [estrella venosa de Scarpa]: venas pudendas externas, epigástrica superficial [subcutánea abdominal], circunflejas ilíacas superficiales, safena accesoria y vena dorsal superficial del pene o del clítoris, cuya disposición es variable (Minne y Depreux).

La **vena safena magna** dispone de numerosas válvulas, doce pares, término medio, escalonadas en todo su curso.

Anastomosis

Son numerosas en el pie. Entre las dos venas safenas existen venas transversales bastante irregulares y variables, así como una vena transversal situada a nivel de la rodilla, constante, que une la safena magna con el arco de la safena menor.

ANASTOMOSIS ENTRE LAS DOS REDES

Se establecen por **venas comunicantes** que atraviesan la fascia de revestimiento del miembro inferior. Se cuentan entre cinco y siete en la pierna. En el muslo, una vena comunicante situada a nivel del conducto aductor es prácticamente constante. Pueden observarse dos o tres comunicantes que perforan la fascia medialmente al sartorio.

Estas venas comunicantes están provistas de válvulas que **favorecen la circulación en dirección de la red profunda**.

EN EL SER VIVO

Anatomía funcional

La circulación venosa del miembro inferior debe **vencer la acción de la gravedad**. En las **venas profundas**, la circulación se ve favorecida por las **contracciones musculares**, y por lo tanto, por el movimiento del sujeto: el levantamiento precoz y la kinesioterapia se utilizan para evitar la estasis venosa que favorece las tromboflebitis después de un período de reposo, como una operación quirúrgica, o de un parto.

En las **venas superficiales** circula aproximadamente un décimo de la sangre venosa del miembro inferior, debido a la demanda ejercida por la red profunda a través de las anastomosis que las unen. En caso de **trombosis** de las venas profundas, la red superficial no basta siempre para asegurar el drenaje. Aparece entonces el **edema**, tanto más marcado cuanto más alta está la trombosis. Las **válvulas** se oponen al **reflujo** de la sangre venosa que asciende hacia la raíz del miembro. Cuando faltan, por disposición congénita, o se tornan insuficientes, aparecen las várices, que son dilataciones ampulares de las venas, sobre todo en la pierna.

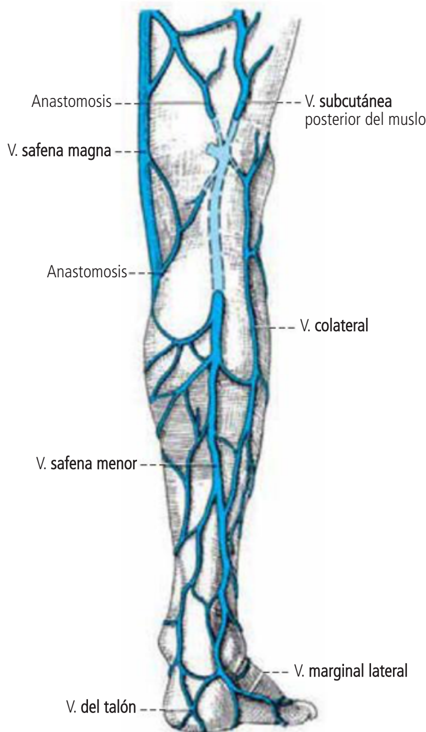


Fig. 68-5. Vena safena menor. Pierna derecha, vista posterior.

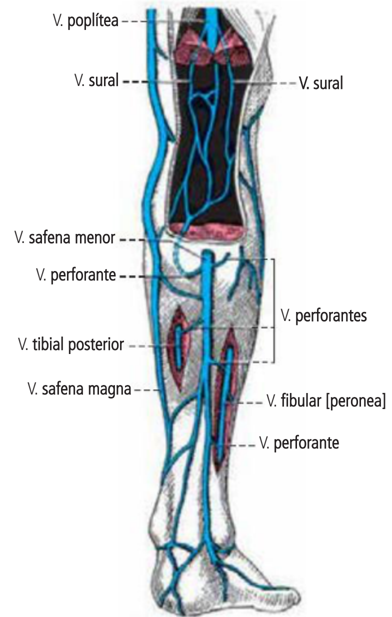


Fig. 68-6. Vena safena menor derecha, ramas perforantes y las venas del tríceps sural.

Exploración in vivo

Las **venas superficiales** son visibles bajo la piel del pie y de la pierna. En el muslo quedan disimuladas por el tejido subcutáneo. La red profunda se puede explorar por **flebografía**: inyección de un producto radiopaco en una vena periférica, que asciende fácilmente hacia la raíz del miembro.

Aspecto quirúrgico

Las **venas profundas** se abordan como las arterias a las que acompañan. Las venas superficiales son fáciles de alcanzar. El conjunto del **sistema safeno magno** puede cateterizarse y extraerse (*stripping*) en caso de várices. La **vena safena magna** se puede utilizar como injerto, reemplazando a un segmento arterial cualquiera de diámetro similar.

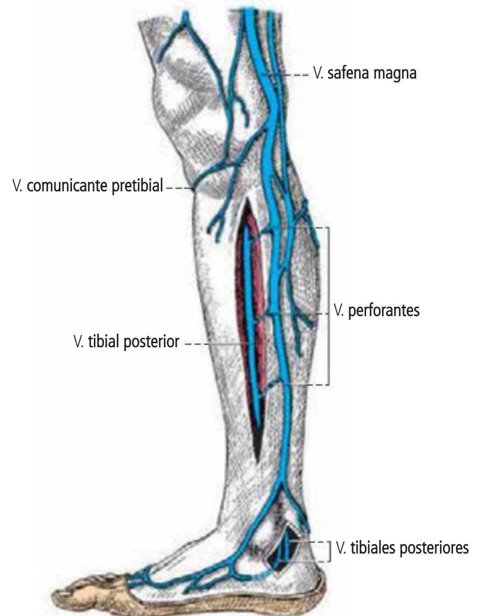


Fig. 68-7. Vena safena magna y sus ramas perforantes. Pierna derecha, vista medial.

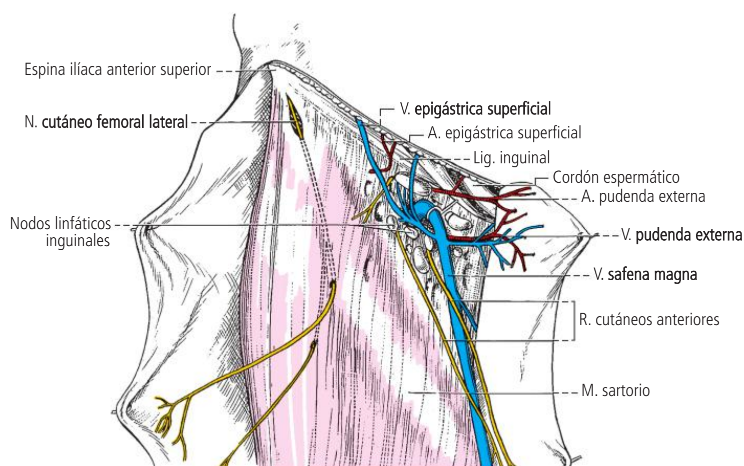


Fig. 68-8. Vena safena magna en el triángulo femoral derecho.

Véase **Caso clínico:** *Trombosis femoral. Tromboembolismo pulmonar*

Vasos y nodos linfáticos del miembro inferior

69

El **drenaje linfático** del miembro inferior está asegurado, como en el miembro superior, por dos redes: una **red superficial** y una **red profunda**. Cada una de ellas comprende: vasos linfáticos y nodos linfáticos. Los **nodos linfáticos inguinales** resumen la parte esencial de la circulación linfática del miembro inferior.

RED LINFÁTICA SUPERFICIAL

Vasos linfáticos superficiales

Recogen la linfa de los **planos superficiales**: piel y tejido subcutáneo, así como el periostio de las caras subcutáneas de la **tibia** y de los **maléolos**. Se dirigen hacia la raíz del miembro, donde alcanzan a los vasos superficiales de la región glútea.

En los dedos del pie

Forman una red plantar muy densa (**fig. 69-1**). Los vasos linfáticos de los dedos pasan por las comisuras interdigitales y llegan al **dorso** del pie. Allí también convergen los linfáticos de los bordes del pie y de la región del talón. Los colectores mediales y laterales están netamente diferenciados.

En la pierna y el muslo

Estos dos grupos tienen diferente destino:

- Los **nodos linfáticos laterales** se agrupan alrededor de la **vena safena menor**, perforan con ella la fascia poplítea y desembocan en los nodos **poplíteos profundos** (**fig. 69-2**).
- Los **nodos linfáticos mediales** se agrupan alrededor de la **vena safena magna**. Con ella ascienden en la cara medial del miembro hasta los nodos **inguinales superficiales**. Reciben en su trayecto colectores provenientes de las caras anterior y posterior del muslo (**fig. 69-3**).

Todos estos vasos linfáticos superficiales están ampliamente anastomosados entre sí.

En la región glútea

Se distinguen vasos laterales y mediales, también tributarios de los **nodos inguinales**.

Nodos linfáticos inguinales superficiales

Los únicos nodos subcutáneos en el miembro inferior son los nodos inguinales. Son tan importantes por su número como por la extensión del territorio del cual recogen la linfa: la del miembro inferior, así como de los órganos genitales externos y de una parte de la pared abdominal anterior.

Ocupan la región del **triángulo femoral** situado en la región inguinofemoral (**fig. 69-3**). Este triángulo está limitado por el **ligamento inguinal**, arriba; el **músculo sartorio**, abajo y lateralmente; el **músculo aductor largo**, medialmente. Los nodos se aplican sobre la fascia lata, representada aquí por la **fascia cribiforme**. Esta está perforada por el **arco de la vena safena magna**, que recibe a la vena epigástrica superficial y a las venas pudendas externas. Estas últimas acompañan a las arterias homólogas provenientes de la profundidad.

Los **nodos linfáticos** se encuentran en número de **diez** a **doce**, término medio. Se los diferencia en **cuatro grupos** mediante dos líneas ficticias, una vertical y la otra horizontal, que pasan por el arco de la **vena safena magna**:

- Dos grupos **inferiores**, lateral y medial: los nodos están dispuestos en sentido vertical y reciben, prioritariamente, a los **vasos linfáticos superficiales** del miembro inferior.
- Un grupo **superolateral**; los nodos más voluminosos están dispuestos transversalmente, paralelos al ligamento inguinal.

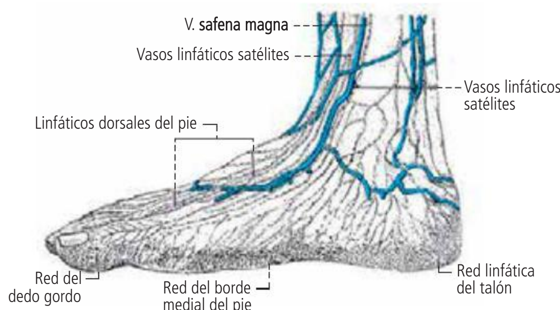


Fig. 69-1. Linfáticos superficiales del pie vistos por su cara medial.

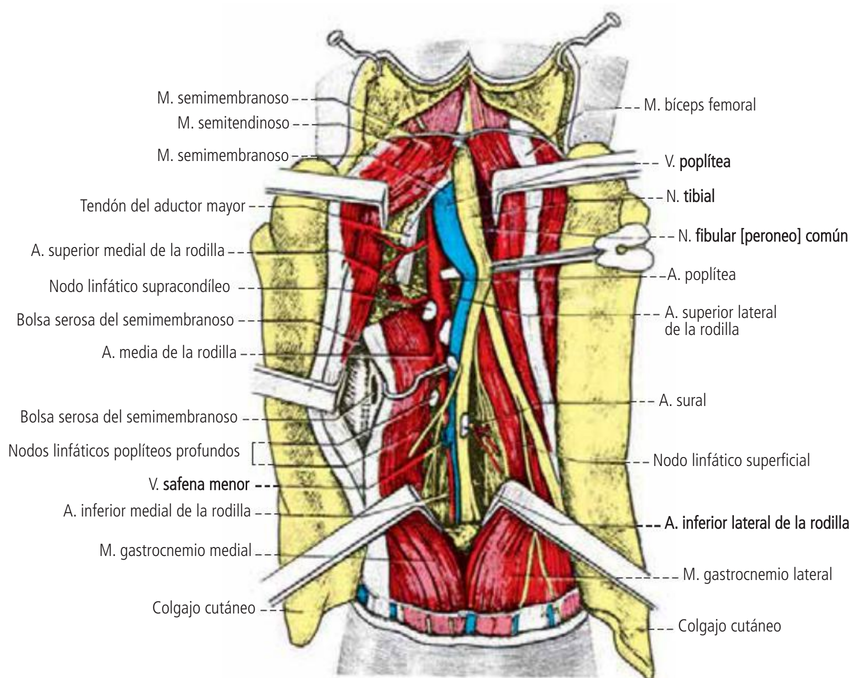


Fig. 69-2. Fosa poplítea y su contenido. Nodos linfáticos poplíteos.

Reciben aferentes de la **región glútea**, de la pared abdominal y de los grupos precedentes.

- Un grupo **superomedial**; los nodos son más pequeños y están situados por arriba y mediales al **arco de la vena safena magna**. Reciben afluentes de la pared abdominal, de los órganos genitales externos, el escroto, el pene, la vulva, el clítoris, así como de la región perineal: la piel y la mucosa anal.

Esta repartición de los aferentes no tiene nada de exclusivo: los linfáticos de la región glútea pueden llegar también a los nodos inferolaterales y los colectores genitales, al grupo superolateral, por ejemplo.

Todos los **nodos linfáticos inguinales superficiales** están ampliamente anastomosados entre sí por colectores que forman una red densa en el tejido adiposo del triángulo femoral.

Los **nodos linfáticos inguinales superficiales** son drenados:

- Por conexión con los **nodos inguinales profundos**.
- Por colectores que los unen a los **nodos ilíacos laterales**, que pasan sea por el anillo femoral junto con la vena femoral, o lateralmente al arco iliopectíneo.

RED LINFÁTICA PROFUNDA

Vasos linfáticos profundos

Drenan la linfa de los músculos, de los espacios de tejido conectivo, de los nervios, de los huesos y del periostio. Siguen a los pedículos vasculares principales. Se distinguen:

Una vía principal

Con sus segmentos dorsales y plantares (pie), tibial anterior y tibial posterior (pierna). Esta vía es interrumpida por los **nodos linfáticos poplíteos** y se continúa a lo largo de los vasos femorales para llegar a los **nodos inguinales profundos**.

Vías accesorias

Vías accesorias satélites, respectivamente, de los vasos obturadores, glúteos inferiores y superiores. Estos vasos linfáticos llegan a los **nodos pelvianos**.

Nodos linfáticos profundos

Nodo tibial anterior

Pequeño, inconstante, situado arriba en la región anterolateral de la pierna.

Nodos poplíteos

Existen de cuatro a seis nodos pequeños escalonados en profundidad y en altura, alrededor de los vasos poplíteos. Algunos son posteriores: nodo sural [safeno externo], otros están en contacto con los vasos y los más profundos se encuentran en contacto con la articulación de la rodilla. Estos nodos reciben aferen-

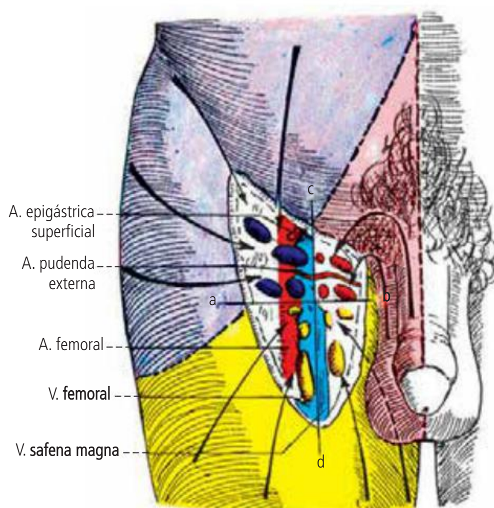


Fig. 69-3. Nodos linfáticos superficiales de la región femoral y sus territorios linfáticos. En rojo: grupo superomedial; en rosado: su territorio linfático. En amarillo: grupos inferolateral e inferomedial; en amarillo claro: sus territorios linfáticos. En violeta oscuro: grupo superolateral; en violeta claro: su territorio linfático. a-b: línea horizontal que pasa por la desembocadura de la vena safena magna; c-d: línea vertical que pasa por esta misma desembocadura. (Las flechas indican la dirección seguida por los linfáticos aferentes para terminar en sus nodos linfáticos).

tes de la pierna, anteriores y posteriores, así como linfáticos superficiales posterolaterales del grupo sural. Los nodos poplíteos son drenados, como se ha visto, por eferentes femorales.

Nodos inguinales profundos

No se encuentran más de dos o tres, situados en sentido medial a la **vena femoral**, en el **conducto femoral**. El más voluminoso, y ubicado más arriba, es el **nodo linfático inguinal profundo proximal** [ganglio de Cloquet], que se encuentra en el **anillo femoral** entre la **vena femoral** y el **ligamento lacunar**. Estos nodos reciben a los vasos linfáticos profundos del miembro inferior, así como a vasos provenientes de los nodos superficiales a través de la fascia cribiforme y los colectores del glande y del clítoris. Sus eferentes penetran en la cavidad pelviana por el **anillo femoral** y hacen estación, luego, en los **nodos ilíacos externos**.

EN EL SER VIVO

Exploración

En estado normal, únicamente los nodos inguinales **superficiales** son palpables, por lo menos en los individuos delgados.

En estado patológico no sucede lo mismo:

- La **inflamación** permite distinguir los vasos superficiales en forma de cordones rojos, tumefactos, dolorosos (linfangitis). Los nodos inguinales hipertrofiados dolorosos y los adenoflemones pueden complicar las infecciones periféricas primitivas. Se conocen también las adenopatías **venéreas** de la sífilis o del chancro blando. Al examen físico, la adenitis inguinal inflamatoria puede asemejarse a una hernia femoral.
- Los **tumores malignos primitivos** (linfosarcomas, enfermedad de Hodgkin) pueden alcanzar a los nodos inguinales, pero más a menudo las adenopatías inguinales malignas son secundarias a los cánceres primitivos del miembro inferior (p. ej., melanosarcoma), de los órganos genitales externos (escroto, glande, vulva) o del ano.

La **linfografía** por inyección de un medio de contraste en los linfáticos superficiales del pie (método de Kimonth) objetiva las vías y los nodos del miembro inferior. De esta manera se puede apreciar el estado normal o patológico de este sistema, en particular, de los nodos inguinales.

Anatomía funcional

La libre circulación de la linfa es, en el miembro inferior como en otras partes, una condición esencial para la vida de todos los componentes anatómicos.

La alteración de esta circulación, por obliteración inflamatoria, a veces parasitaria, da origen a edemas a veces muy voluminosos (elefantiasis) que no deben confundirse con los edemas de origen venoso (obliteración de las venas femoral, ilíaca o de la cava inferior).

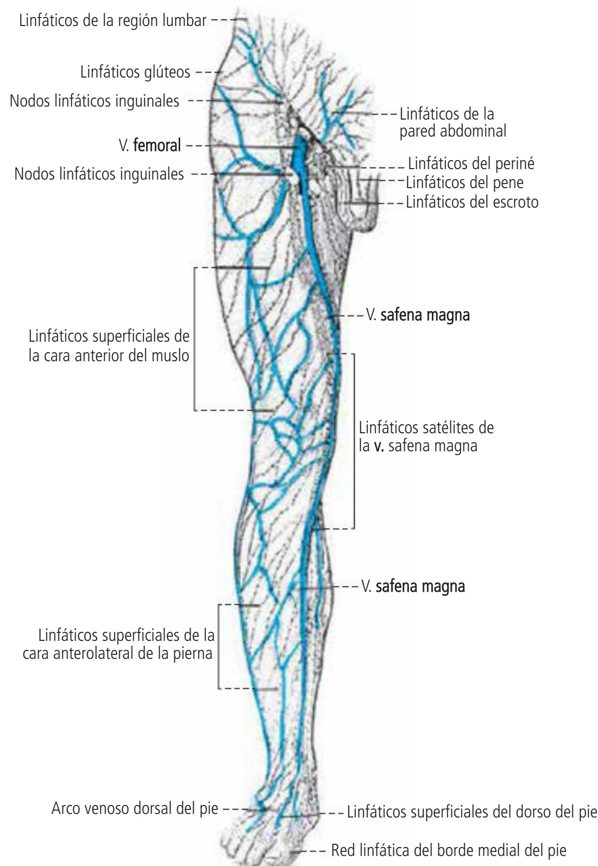


Fig. 69-4. **Vasos linfáticos del miembro inferior, vista anterior.**

Nervios del plexo lumbosacro

70

Los nervios del miembro inferior están dispuestos en **dos planos**:

- **Anterior**, con el **cutáneo femoral lateral**, el **femoral**, el **obturador** y el **genitofemoral**. Estos nervios se originan en el **plexo lumbar**. Sus ramos no descienden casi nunca por debajo de la rodilla, a excepción del nervio safeno.
- **Posterior**, con los ramos del **plexo sacro**, esencialmente el **nervio ciático**, que inerva el resto del miembro inferior.

RAMOS DEL PLEXO LUMBAR

Nervio cutáneo femoral lateral [femorocutáneo]

El **nervio cutáneo femoral lateral** nace del ramo anterior del segundo nervio lumbar, por debajo del nervio ilioinguinal (**fig. 70-1**). Oblicuo hacia abajo y lateralmente, atraviesa el **psoas mayor**, del cual emerge por su borde lateral para situarse delante del músculo ilíaco, cubierto por la fascia ilíaca. Pasa profundo al **ligamento inguinal** entre las dos espinas ilíacas anteriores, penetra en el espesor de la fascia lata y se hace subcutáneo, 2 cm más abajo, lateral al sartorio. Se divide en sus dos ramos terminales (**figs. 70-2** y **70-3**):

- Un ramo glúteo, dirigido hacia atrás y lateralmente, cruza el músculo tensor de la fascia lata y se distribuye en la piel de la región glútea.
- Un ramo femoral, que continúa el trayecto del nervio y desciende hasta la rodilla, cubriendo de ramificaciones la piel de la cara anterolateral del muslo.

Es un nervio exclusivamente sensitivo.

Nervio femoral [crural]

Constituye, con el nervio obturador, los ramos terminales del **plexo lumbar**.

Es el más voluminoso de los ramos del plexo lumbar, un nervio a la vez sensitivo y motor, destinado a los músculos de la cara anterior del muslo y a la piel de la parte anteromedial del miembro inferior.

Origen

Por lo general se origina de tres raíces: L2, L3 y L4, que se reúnen en el espesor del **psoas mayor**, algo por debajo del proceso [apófisis] transverso de la 5.ª vértebra lumbar (**figs. 70-1** y **70-4**).

Trayecto y relaciones

Oblicuo hacia abajo y lateralmente, atraviesa el psoas mayor y emerge por su borde lateral en la fosa ilíaca, para situarse en el surco formado por el psoas mayor y el ilíaco. El nervio está separado aquí de la arteria ilíaca por el espesor del psoas mayor, que disminuye hacia el ligamento inguinal, donde está separado de la arteria por el arco iliopectíneo. El ligamento inguinal y la arteria circunfleja ilíaca profunda lo cruzan por su cara anterior. En la base del **triángulo femoral**, cerca del ligamento inguinal y lateral a la arteria, concluye, originando sus ramos terminales.

Distribución

Ramos colaterales

Dentro de la cavidad pélvica da origen a (**figs. 70-2** y **70-3**):

A. **Nervio del iliopsoas**, un ramo medial destinado al psoas que lo penetra por su cara posterior, y ramos laterales, dos a cuatro, que penetran en el ilíaco por su cara posterior.
B. **Nervios de la arteria femoral**, variables; existe uno que se origina muy arriba, desciende con el nervio femoral pegado a él, profundo al ligamento inguinal. Se sitúa luego en la cara lateral de la arteria, a la que puede acompañar hasta la parte media del muslo.
C. **Nervio del pectíneo**; nace por encima del ligamento inguinal, pasa por detrás del origen de los vasos femorales y llega al pectíneo por su cara anterior.

Ramos terminales

A. **Ramo cutáneo anterior medial** [musculocutáneo interno]: ramo anterior y medial del nervio femoral. Se dirige oblicuo hacia abajo y en sentido medial. Da ramos que atraviesan la vaina de los vasos femorales por adelante o por atrás destinados al pectíneo y al aductor largo, y ramos para la piel de la parte medial y superior del muslo.
B. **Ramo cutáneo anterior lateral** [musculocutáneo externo]: ramo anterior y lateral del nervio femoral, se dirige abajo y lateral entre el iliopsoas y el sartorio. Da ramos:

  - **Musculares**, para el sartorio. Los ramos cortos penetran en la parte superior del músculo, los largos siguen el borde medial del músculo y lo penetran en su tercio medio o inferior.
  - **Nervios perforantes: superior**, perfora el tercio superior del músculo sartorio y la fascia, y se distribuye en la piel de la región anterior del muslo; **inferior**, perfora la parte media del músculo y se reparte en la piel de la cara anteromedial del muslo hasta la rodilla.
  - **[Accesorio del safeno]**, situado medialmente a los precedentes, se divide en: un **ramo superficial**, que descien-

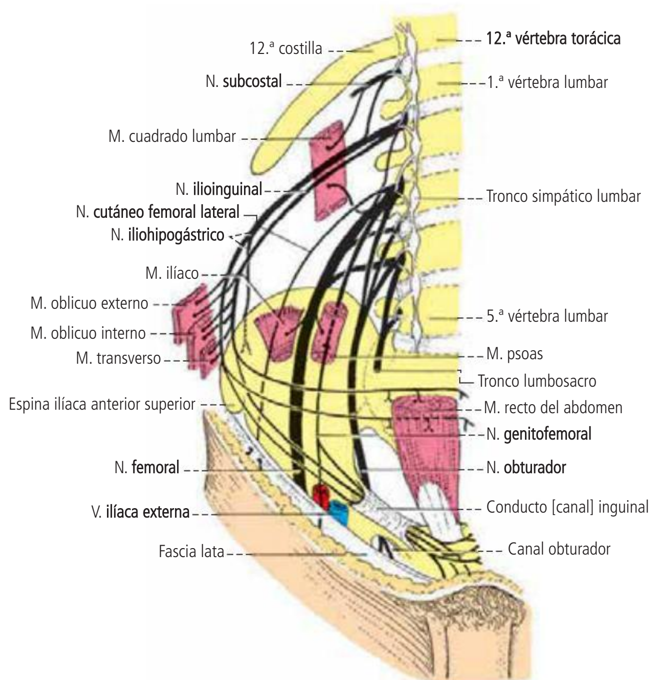


Fig. 70-1. Plexo lumbar esquemático (según Pitres y Testut).

de a lo largo del borde medial del sartorio y sigue con la vena safena magna hasta la rodilla, donde se anastomosa con el safeno; un **ramo profundo**, satélite de la arteria femoral, penetra en la vaina de los vasos femorales y sigue con ellos hasta el hiato aductor (véase **fig. 67-6**).

C. Ramos musculares [nervio del cuádriceps femoral]: ramo posterior, terminal y lateral del nervio femoral, proporciona los nervios para:

- El **recto femoral** [anterior] se dirige hacia abajo y lateralmente. Se sitúa por detrás del músculo y lo penetra por su cara profunda.
- El **vasto lateral** pasa detrás del recto femoral. Se distribuye en el músculo vasto lateral. Un ramo puede descender hasta la articulación de la rodilla.
- El **vasto medial** se dirige abajo y algo medial, paralelo al nervio safeno, sigue aplicado al músculo y lo penetra cerca del **hiato aductor**. Proporciona un filete óseo para el **fémur** que le llega por el foramen nutricio, filetes periósticos y articulares.
- El **vasto intermedio** procede del nervio del vasto medial, transcurre en el intersticio de los dos vastos, penetra en el músculo y se reparte en él: un ramo puede seguir hasta el músculo articular de la rodilla y la sinovial de la rodilla.

D. Nervio safeno [safeno interno]: ramo posterior y medial del nervio femoral, desde su origen transcurre hacia abajo y medialmente en la parte lateral del trayecto de los vasos femorales. Al llegar al tercio medio, se aplica a la cara anterior de la arteria femoral, a la que acompaña hasta el hiato aductor. En su trayecto da un ramo articular y filetes cutáneos que perforan la fascia y se reparten en la parte inferior y medial del muslo. En el **conducto aductor**, el nervio atraviesa el tabique intermuscular vastoaductor aislado o con la arteria descendente de la rodilla. Profundo al sartorio se divide en (**figs. 70-2** y **70-5**): un **ramo infrapatelar** que perfora el sartorio y constituye el **3.er nervio perforante**, y termina en la piel de la región patelar [rotuliana] y en los **ramos cutáneos mediales de la pierna**, que continúan la dirección del safeno y se hacen superficiales. Estos últimos atraviesan la fascia y encuentran a la vena safena magna, a la que siguen hasta la articulación talocrural. Proporcionan ramos cutáneos y articulares, y pueden llegar al borde medial del pie.

Ramos comunicantes

- De los **diferentes ramos del nervio femoral entre sí**: entre los ramos de los perforantes.
- El ramo [accesorio del safeno], para la arteria y para el safeno en el conducto aductor.
- Los ramos del ramo infrapatelar con los perforantes.
- Con el **nervio obturador**: el ramo cutáneo del obturador con el safeno en el conducto aductor.
- Con el **genitofemoral**: en la piel del triángulo femoral, con filetes cutáneos del nervio cutáneo anterior lateral.
- Con el **cutáneo femoral lateral**: por los filetes perforantes superiores.

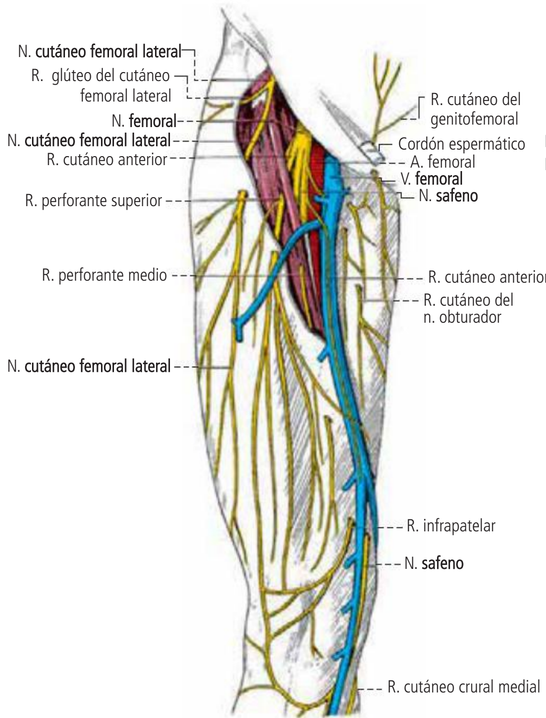


Fig. 70-2. Nervios superficiales de la cara anterior del muslo.

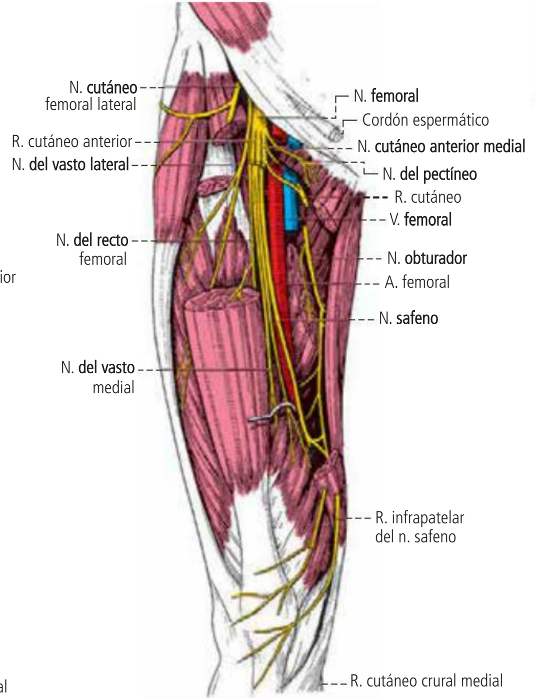


Fig. 70-3. Nervios profundos de la cara anterior del muslo.

– Con el **fibular [peroneo] común** en el pie: el ramo del safeno que acompaña a la vena safena magna con el nervio cutáneo dorsal medial.
– Con el **nervio tibial**: un ramo del safeno con el ramo supramaleolar del nervio tibial.

En el ser vivo

– El **nervio femoral sensitivo** proporciona sensibilidad a la piel de la cara anterior y medial del muslo.
– El **nervio femoral motor** inerva el cuádriceps y asegura la extensión de la rodilla, constituyendo la vía centrífuga o aferente del reflejo patelar [rotuliano].
– El **femoral vasomotor** controla el flujo sanguíneo de los vasos femorales.
– El **femoral**, como nervio **propioceptivo**, comanda las posiciones de la pierna en relación con el muslo, gracias a la masa del cuádriceps que inerva. Su lesión ocasiona graves trastornos de la marcha.

Nervio obturador

El **nervio obturador** es un nervio mixto, destinado a la cara medial del muslo y a los músculos aductores.

Origen

Tres raíces emanadas de L2, L3 y L4 convergen en el espesor del psoas mayor, por debajo y medialmente al nervio femoral. El tronco del nervio obturador se constituye a la altura del proceso [apófisis] costal de la 5.ª vértebra lumbar (**fig. 70-4**).

Trayecto y relaciones

El nervio es oblicuo abajo y medialmente. Sale del psoas mayor por su cara medial, cruza la articulación sacroilíaca y se sitúa por debajo del estrecho superior de la pelvis, al que sigue un poco por debajo de la línea arqueada hasta el foramen obturador, donde se introduce en el canal obturador y se divide en sus dos ramos terminales.

Arriba de la articulación sacroilíaca

Luego de su emergencia del psoas mayor, el nervio obturador penetra en la fosita iliolumbar, detrás de los vasos ilíacos cubiertos por el peritoneo, medial al psoas mayor, lateral al cuerpo de la 5.ª vértebra lumbar, por encima del ala del sacro. El tronco lumbosacro y la arteria iliolumbar son mediales y posteriores.

En la pelvis menor (cavidad pélvica)

Cruza la articulación sacroilíaca por encima del estrecho superior de la pelvis y aparece en la bifurcación de las arterias ilíacas, se sitúa contra el músculo obturador interno, por debajo de la vena ilíaca externa. La arteria obturatriz, originada de la arteria ilíaca interna, está situada debajo de él. El nervio se encuentra en contacto con los nodos linfáticos ilíacos externos inferiores: nodos obturadores.

Fig. 70-4. Plexo lumbar derecho después de la sección de las inserciones anteriores del psoas mayor (según Bonniot).

En el canal obturador

Está en contacto con el hueso. Los vasos homónimos se hallan por abajo, habitualmente dispuestos: nervio, arteria y vena, de arriba hacia abajo (**fig. 70-6**).

Distribución

Se efectúa por un ramo colateral y ramos terminales.

Ramo colateral

Es un ramo para el obturador externo, originado en el surco obturador, que lo penetra por su borde superior.

Ramos terminales

Dos ramos distintos nacen en el canal o por fuera de él (**figs. 70-7** y **70-8**):

A. El **ramo anterior** se sitúa detrás del pectíneo y delante del obturador externo, luego pasa entre el aductor largo adelante y el aductor corto atrás. Este ramo proporciona **tres ramos musculares** y **uno cutáneo** para:

- El **aductor corto**, al que penetra por su cara anterior.
- El **aductor largo**, al cual inerva por su cara profunda.
- El **músculo grácil**, oblicuo hacia abajo y medial. Aborda al músculo en el medio de su cara profunda.
- Un **ramo cutáneo**, que se origina del tronco o de un ramo muscular y se distribuye en la piel de la cara medial del muslo. Algunos filetes pueden seguir hasta la rodilla.

B. El **ramo posterior**, que se dirige hacia abajo, se sitúa entre el aductor corto, adelante, y el aductor mayor, atrás. En la cara anterior de este último músculo se divide en **ramos musculares** que penetran en el aductor mayor por su cara anterior, y un ramo para el obturador externo (nervio inferior del obturador externo). A este nivel también da **ramos articulares** que pasan por detrás del pectíneo y van a la articulación coxofemoral, para la parte anterior de la cápsula y la sinovial, y otros que perforan el aductor mayor, llegan a la fosa poplítea y se pierden en la parte posterior de la rodilla.

En el ser vivo

El nervio obturador asegura:

- La **sensibilidad** de la piel de la cara medial del muslo y de la cara anterior de la articulación coxofemoral.
- La **motricidad** de los aductores.

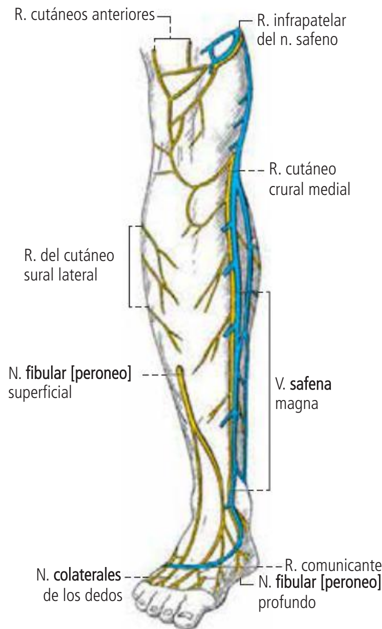


Fig. 70-5. Nervios superficiales de la cara anterior de la pierna.

La neuralgia obturatriz y los dolores de la coxartrosis se pueden aliviar por la sección quirúrgica del nervio obturador. La parálisis de la aducción creada por esta sección se compensa por el ramo destinado al pectíneo y por el ramo que da el nervio ciático al músculo aductor mayor.

Nervio genitofemoral

El nervio genitofemoral se origina de la **segunda raíz lumbar** en el interior del psoas mayor. Emerge de este músculo por su cara anterior y se sitúa delante de las arterias ilíaca común e ilíaca externa, después de haber cruzado la cara posterior del uréter. Termina por encima del ligamento inguinal, por división en **dos ramos terminales**:

- **Ramo genital:** penetra en el anillo inguinal profundo del **conducto inguinal**. Da filetes al músculo transverso y al oblicuo interno del abdomen, hasta dentro del músculo cremáster. Recorre el conducto inguinal y emerge por el anillo inguinal superficial, para terminar en la piel del escroto, en el hombre, y en los labios mayores, en la mujer.
- **Ramo femoral:** atraviesa el anillo femoral, lateral a los vasos femorales, para situarse delante de la arteria femoral en el triángulo femoral, y después de 2 o 3 cm perfora la fascia cribiforme y se agota en la piel de la parte anterior y superior del muslo.

Es un nervio únicamente **sensitivo**, cuyas relaciones con el uréter explican, en parte, las irradiaciones escrotales y femorales de los cólicos renales.

RAMOS DEL PLEXO SACRO

Estos nervios pertenecen al plexo sacro propiamente dicho. Se encuentran seis **ramos colaterales** posteriores, un ramo anterior (nervio del obturador interno) y un ramo terminal: el **nervio ciático**.

Ramos colaterales

Nervio glúteo superior

Se origina generalmente por dos **raíces**: la **superior**, de la cara posterior del tronco lumbosacro; la **inferior**, de la cara posterior de S1 (**fig. 70-9**). Las dos raíces se unen en un nervio que ocupa la parte más elevada del **foramen ciático mayor**. **Trayecto:** emerge de la pelvis por la incisura ciática mayor, por **encima** del músculo piriforme, abajo y lateral a la arteria y las venas glúteas superiores (**figs. 70-10** y **70-11**). Transcurre arriba y adelante, entre los planos musculares de los **glúteos medio** y **menor**, por debajo de la rama profunda de la arteria glútea superior. Se divide en un **ramo superior**, entre el glúteo medio que lo cubre y el menor; este ramo se reparte y termina en estos músculos; un **ramo inferior**, que pasa transversal entre el glúteo medio y el menor, les proporciona también algunos ramos y termina inervando al tensor de la fascia lata.

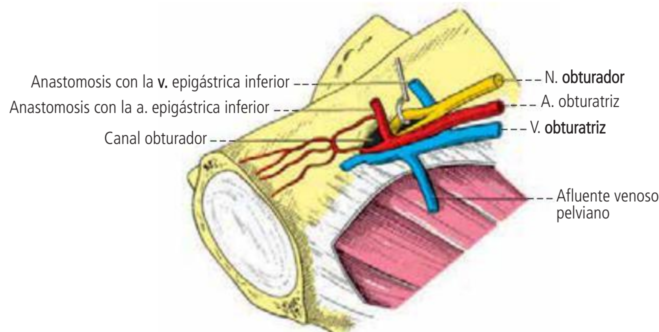


Fig. 70-6. Nervio obturador en su entrada en el canal obturador, lado derecho.

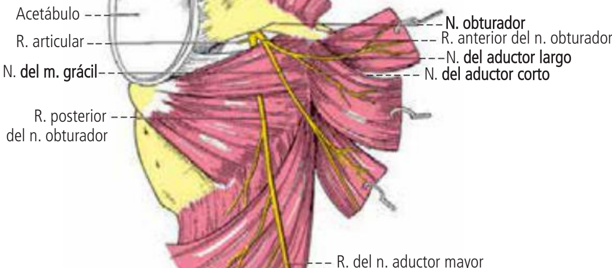


Fig. 70-7. Nervio obturador a su salida del canal obturador, lado derecho.

Nervio del músculo piriforme

Se origina en S2 y se dirige directamente a la cara anterior del músculo, inmediatamente después de su salida de la pelvis y por detrás del nervio ciático (**fig. 70-11**).

Nervio del músculo obturador interno

Se origina de la cara anterior del plexo, de L5 a S2, cerca de su vértice (**fig.70-13**). Sale de la pelvis por la **incisura ciática mayor**, rodea la espina ciática, vuelve a ingresar en la pelvis por la **incisura ciática menor** y sube hacia el obturador interno, dando un gran número de ramos que se pierden en su cara interna. Según Quain, este nervio suministra al gemelo superior un ramo que se desprende en el punto en que rodea a la espina ciática.

Nervio del músculo cuadrado femoral

Por lo general proviene del tronco lumbosacro y de S1, muy cerca de su reunión (**fig. 70-11**). Sale de la pelvis por **debajo** del

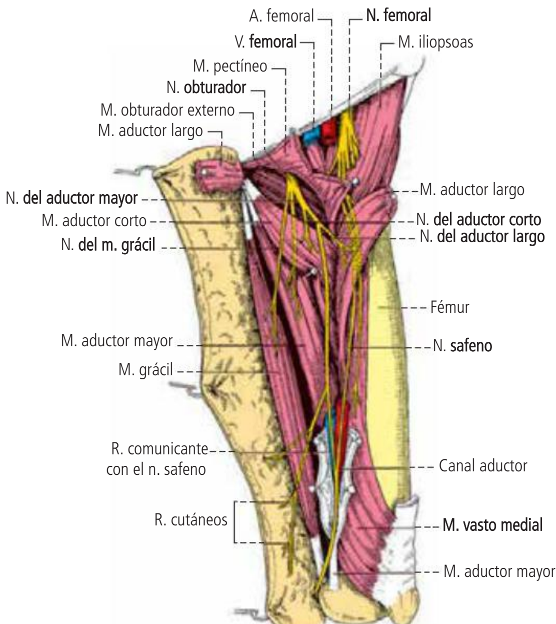


Fig. 70-8. Nervio obturador y sus ramos en la cara medial del muslo, lado izquierdo.

R. comunicante de L4
Tronco lumbosacro
R. anterior de S1
R. anterior de S2
A. glútea superior
N. glúteo superior
A. glútea inferior
N. ciático
N. del obturador interno
N. pudendo
N. del elevador del ano
A. pudenda interna
N. del obturador interno
N. pudendo
R. del plexo hipogástrico inferior
Plexo hipogástrico superior
N. hipogástrico
R. comunicante
R. anterior de S3
R. comunicante
Tronco simpático sacro
N. esplácnico pélvico
N. hipogástrico
R. anterior de S4
N. esplácnico pélvico
R. anterior de S5
Ganglio impar
N. coccígeo
Plexo hipogástrico inferior

Fig. 70-9. Constitución del plexo sacro y del plexo pudendo (esquemáticos).

M. glúteo medio
Fascia del glúteo medio
Arco del glúteo medio
R. superficial de la a. glútea superior
M. glúteo menor
N. y a. glúteos superiores
Arcada fibrosa
Lig. sacroespinoso
M. piriforme
Lig. sacrotuberoso
Tuberosidad isquiática

Fig. 70-10. Forámenes ciáticos y espacio suprapiriforme.

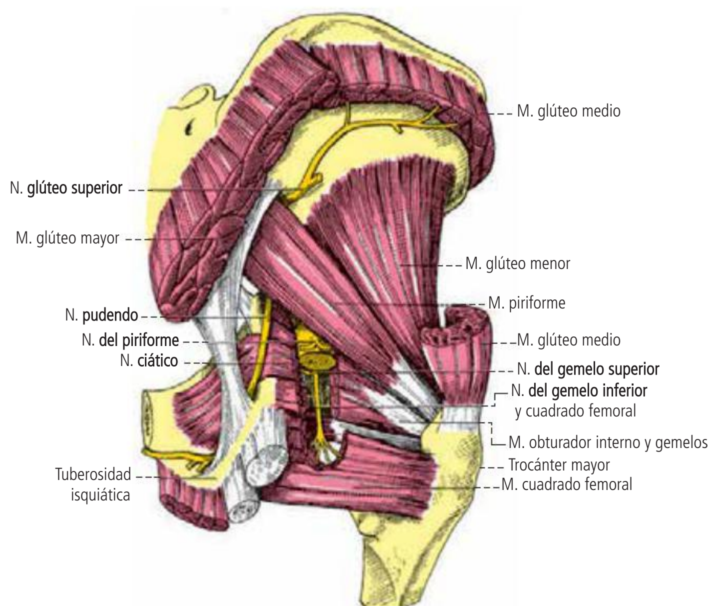


Fig. 70-11. Nervios de la región glútea, vista posterior.

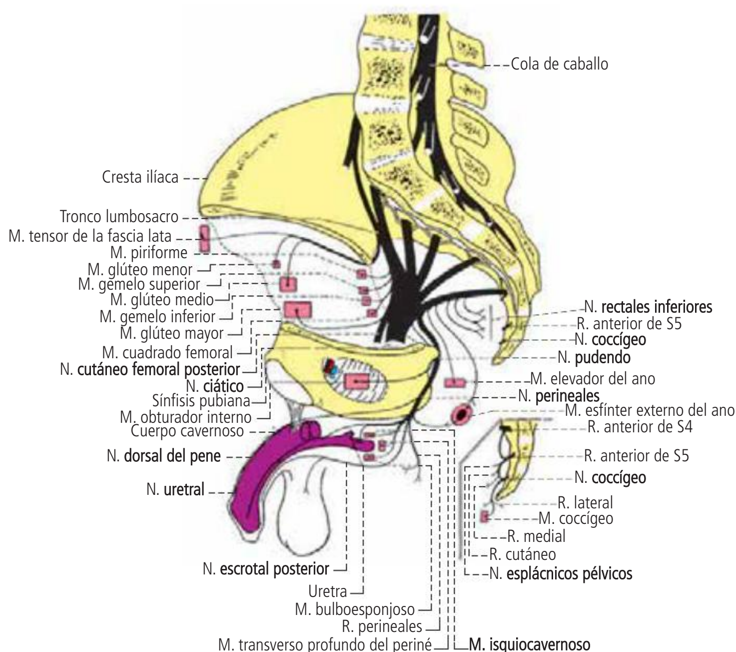


Fig. 70-12. Plexo sacro y coccígeo (según Pitres y Testut).

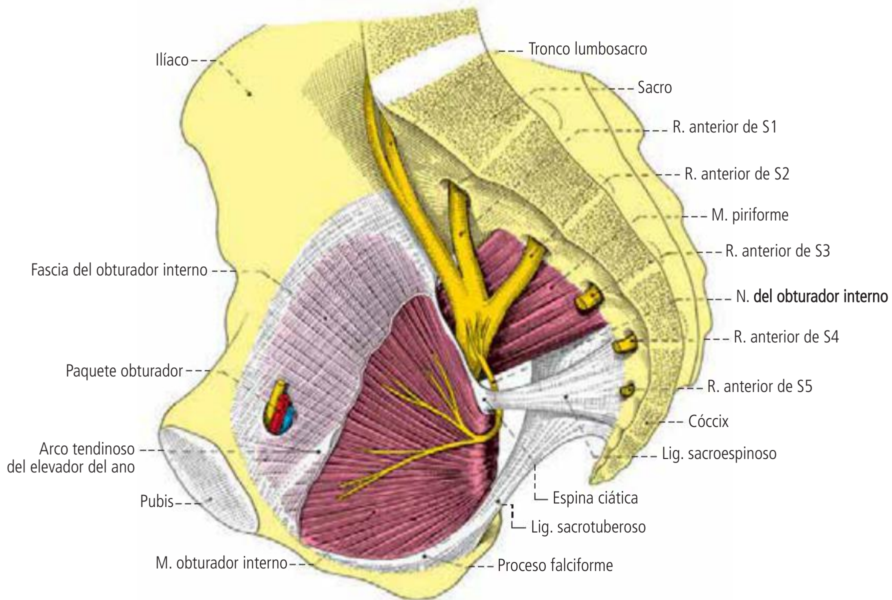


Fig. 70-13. Músculo obturador interno y su inervación, lado derecho.

músculo piriforme, por delante del nervio ciático que lo oculta. Se desliza por la cara profunda del gemelo superior y del obturador interno, que lo separan del nervio ciático. Cruza la cara profunda del gemelo inferior, al que inerva, y por último se distribuye por la cara anterior del cuadrado femoral. Proporciona ramos colaterales sensitivos para la cara posterior de la articulación coxofemoral.

Nervio glúteo inferior [ciático menor]

El **nervio glúteo inferior** es un nervio mixto cuyas fibras motrices inervan el **glúteo mayor**, y las fibras sensitivas van al periné y al muslo (**fig. 70-14**). Nace de la cara posterior del **tronco lumbosacro**, de L5, S1 y S2. Sale de la pelvis por el **foramen ciático mayor**, por **debajo** del músculo piriforme y detrás del **nervio ciático**. Desciende en sentido vertical, profundamente al **glúteo mayor**, al que envía numerosos ramos.

Ramos colaterales

Ramos glúteos: se separan del nervio glúteo inferior por debajo del piriforme, penetran en la cara profunda del glúteo mayor, algunos de ellos perforan el músculo o contornean su borde inferior para distribuirse en la piel de la región glútea.

Nervio cutáneo femoral posterior [ramo cutáneo del ciático menor]

Nervio **sensitivo** que constituye un ramo colateral del plexo sacro. Contiene fibras de S1, S2 y S3. El tronco sale de la pelvis menor, atravesando el **foramen ciático mayor** por **debajo** del piriforme.

Desciende contra la cara posterior del **nervio ciático**, cubierto por el glúteo mayor. En el compartimento posterior del muslo es vertical, ubicado profundamente a la fascia lata. Cruza la cara posterior de la porción larga del bíceps femoral, y luego en el intersticio que separa el bíceps del semitendinoso.

Ramos colaterales

Origina ramos cutáneos. Los **nervios clúneos inferiores** inervan los tegumentos de la parte inferior de las regiones sacra y glútea. Los **nervios clúneos superiores** son ramos terminales del ramo dorsal de los nervios lumbares. Los **nervios clúneos medios** son ramos terminales del ramo dorsal de los nervios sacros.

Los **nervios clúneos inferiores** dan los siguientes ramos:

- **Ramo perineal** [de Soemmering]: nace debajo de los precedentes, se dirige al **pliegue cutáneo femoroperineal**, al que sigue. Origina filetes sensitivos para la región glútea, el periné, la parte medial y superior del muslo, y termina en el escroto en el hombre o en los labios mayores en la mujer.
- **Ramos femorales:** se desprenden del cutáneo femoral posterior a alturas variables y atraviesan la fascia lata. Inervan la región posterior del muslo.

Ramos terminales

Perforan la fascia poplítea. Uno de estos ramos se distribuye por la piel de la parte posterior y superior de la pierna. Otro ramo sigue la vena safena menor y la acompaña hasta la mitad inferior de la cara posterior de la pierna, donde se anastomosa con el comunicante fibular [peroneo]. Estos ramos se anastomosan: con el nervio pudendo en el periné; con ramos glúteos del cutáneo femoral lateral y con el nervio sural, ramo del nervio tibial en la pierna.

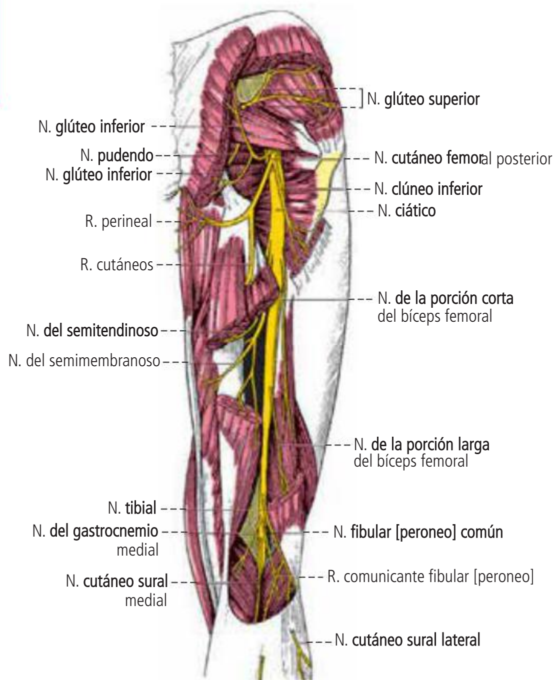


Fig. 70-14. Nervio ciático en la cara posterior del muslo y en la región glútea derechas.

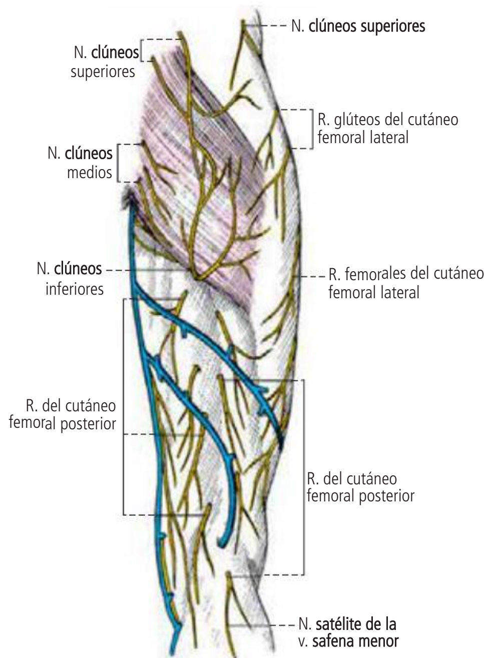


Fig. 70-15. Nervios superficiales de la región glútea y de la cara posterior del muslo derecho.

Nervio ciático [ciático mayor]

El **nervio ciático** es el nervio más voluminoso del cuerpo humano (**figs. 70-12** y **70-14**). Es el ramo **terminal** del **plexo sacro**.

Origen

Nace de la convergencia de todas las raíces del plexo sacro: tronco lumbosacro, S1 y de una parte de S2 y S3, las que se reúnen en un tronco único en el borde anterior de la incisura ciática mayor, en el borde inferior del piriforme, por detrás del borde posterior del obturador interno.

Trayecto

Sale de la pelvis por la parte **inferior** del **foramen ciático mayor**, se dirige de arriba hacia abajo y de medial a lateral y **desciende verticalmente** por el espacio comprendido entre la **tuberosidad isquiática** y el **trocánter mayor**; luego sigue el eje de la región posterior del muslo, hasta el vértice de la fosa poplítea (**fig. 70-16**), donde termina por bifurcación en los **nervios tibial** y **fibular [peroneo] común**. Esta bifurcación es a veces más alta: en el muslo o en la salida misma del foramen ciático mayor. En este caso, el **nervio ciático** es más corto.

Relaciones

En el foramen ciático mayor

Ocupa la parte **lateral** del **espacio infrapiriforme**. Es **lateral** a los vasos pudendos internos y glúteos inferiores y a los nervios pudendos, al obturador interno y anal. El **cutáneo femoral posterior** está situado por detrás de él, casi en su contacto.

En la región glútea

Desciende en un tejido conectivo que se interpone entre el **glúteo mayor** atrás y el plano de los **gemelos**, del **obturador interno** y del **cuadrado femoral** adelante, los que lo separan, arriba, de la cara posterior de la articulación de la cadera. Recibe aquí una rama de la **arteria glútea inferior**: la **arteria del nervio ciático** fina y larga. La arteria del nervio ciático y el nervio cutáneo femoral posterior están situados por detrás de él y describen un trayecto sensiblemente paralelo.

En la parte posterior del muslo

Se aplica sobre la cara posterior del aductor mayor, después sobre la porción corta del bíceps femoral (**fig. 70-17**). El **nervio cutáneo femoral posterior** lo abandona para describir un trayecto más superficial. En la parte superior del muslo, el ciático está lateral al tendón de la cabeza larga del bíceps y cubierto por las fibras inferiores del glúteo mayor y más abajo la cabeza larga del bíceps lo cruza de medial a lateral. El nervio se sitúa en seguida en el intersticio formado por el bíceps, lateralmente, y el semimembranoso, medialmente. En todo este trayecto queda en relación con la arteria del nervio ciático y las anastomosis de las ramas perforantes de la arteria femoral profunda, acompañadas por las anastomosis venosas correspondientes.

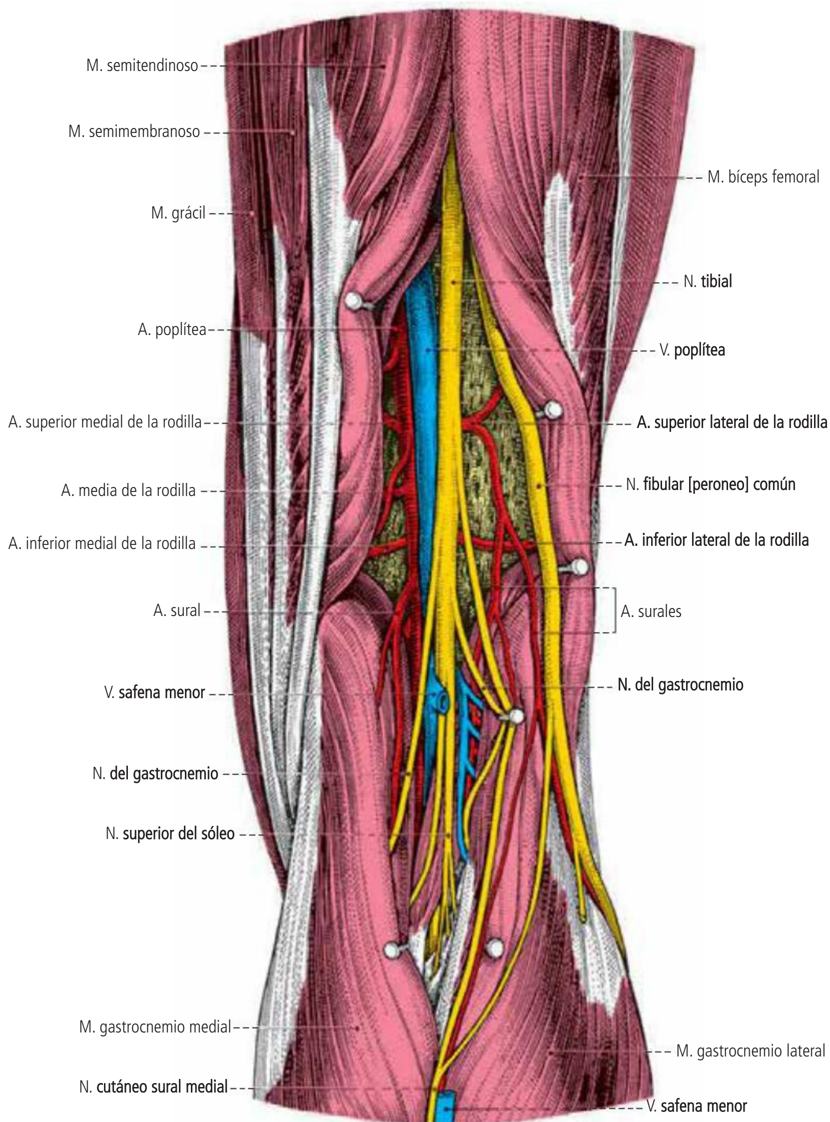


Fig. 70-16. Relaciones de los nervios tibial y fibular [peroneo] común, lado derecho.

Ramos colaterales

Proporciona ramos **musculares** y **articulares** (**fig. 70-14**):

- **Nervio del bíceps femoral:** el de la **cabeza larga** se origina del ciático, bastante alto, y penetra en su tercio superior por la cara profunda; el de la **cabeza corta** se origina más abajo y penetra en el tercio superior del músculo.
- **Nervio del semitendinoso:** puede presentar un nervio **superior** y otro **inferior**, el primero lo penetra por su cara profunda en su parte superior; el segundo, más largo, lo alcanza en su parte inferior.
- **Nervios del semimembranoso y del aductor mayor:** los del semimembranoso llegan al músculo por su borde lateral y algunos por su cara posterior, después de deslizarse entre el semitendinoso y el semimembranoso. El del aductor mayor aborda el músculo en la cara posterior, cerca del borde medial.

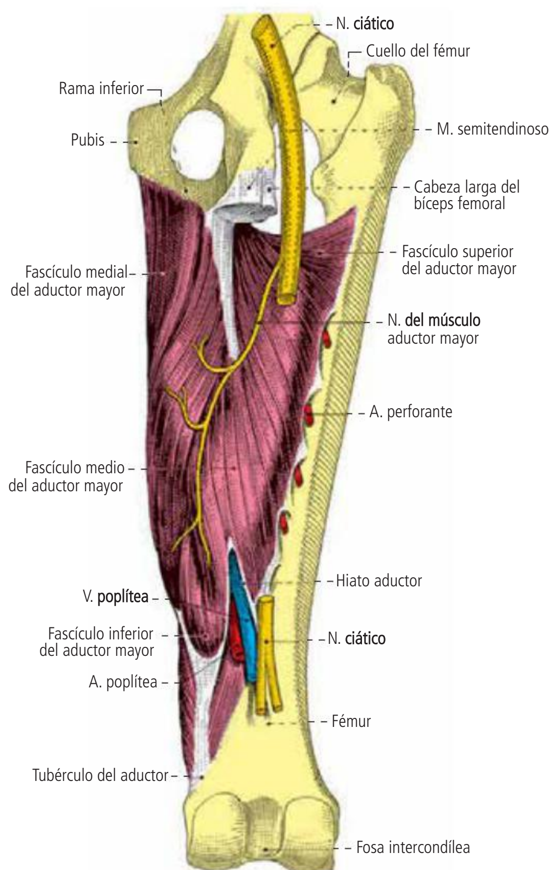


Fig. 70-17. Músculo aductor mayor visto por su cara posterior, lado derecho.

Todos estos nervios tienen como característica común quedar desde su origen acolados al ciático en una buena parte de su trayecto. Cuando se separan del ciático presentan un trayecto flexuoso, en el tejido adiposo que acompaña al nervio ciático (Dujarier).

- **Ramos articulares:** proporciona dos ramos articulares. El **superior** se distribuye en la cara posterior de la articulación coxofemoral. El **inferior** nace del ciático o del ramo de la cabeza corta del bíceps y se pierde en la cara lateral de la articulación de la rodilla.

En el ser vivo

Fuera de la acción que pueda tener por intermedio de sus ramos terminales, destinados a la pierna y al pie, el ciático se comporta como un nervio esencialmente **motor**, encargado de la flexión de la pierna sobre el muslo.

Su trayecto se modifica por la flexión del muslo sobre la pelvis, que lo aplica contra los planos anteriores y tiene tendencia a alargarse.

En las neuralgias ciáticas (L4, L5, S1), la flexión del muslo sobre la pelvis, con la pierna en extensión, se limita rápidamente por el dolor (signo de Lasègue).

Debe conocerse su situación en la región glútea para evitar que sea lesionado durante las **inyecciones intramusculares**, para las cuales los músculos glúteos constituyen el lugar de elección.

RAMOS TERMINALES DEL NERVIO CIÁTICO

Estos son: el **nervio fibular [peroneo] común**, destinado a la cara anterolateral de la pierna y a la cara dorsal del pie, y el **nervio tibial**, nervio del plano posterior de la pierna y de la planta del pie.

Nervio fibular [peroneo] común [ciático poplíteo externo]

Se origina en el vértice de la **fosa poplítea** en el punto en que el bíceps femoral se separa del semimembranoso (**fig. 70-**

16). Se ha visto que puede originarse mucho más arriba, en el muslo o en la región glútea.

Trayecto

Oblicuo abajo y lateralmente a lo largo del tendón del bíceps, al que sigue, alcanza la cabeza de la fíbula [peroné], contornea su cuello y penetra en el compartimento lateral de la pierna, donde termina por bifurcación en el **nervio fibular [peroneo] superficial** y el **nervio fibular [peroneo] profundo**.

Relaciones

En la fosa poplítea

El **fibular [peroneo] común**, situado profundamente a la fascia, se separa del eje vertical del pedículo vasculonervioso poplíteo y se hace cada vez más superficial. Cruza la cara posterior de la **cabeza lateral del gastrocnemio**, que lo separa de la articulación de la rodilla, de la interlínea articular de esta y de la articulación tibiofibular. Más abajo, sigue como satélite del tendón de la cabeza larga del bíceps y se apoya luego sobre las inserciones fibulares [peroneas] del sóleo. Atraviesa de atrás hacia delante el **tabique fibroso**, que limita atrás al compartimento lateral de la pierna.

En la región lateral de la pierna

Está aplicado contra el **cuello de la fíbula [peroné]** por un conjunto fibroso donde se excava un túnel entre las inserciones superiores y las inferiores del **músculo fibular [peroneo] largo**, donde se divide en sus ramos terminales (**figs. 70-18** y **70-19**).

Ramos colaterales

Ramo articular: se dirige verticalmente hacia abajo, entre el bíceps y el fémur. Llega al cóndilo lateral y se pierde en la parte posterolateral de la rodilla. Algunos filetes alcanzan la articulación tibiofibular.

Nervio cutáneo sural lateral [cutáneo peroneo]: se origina en la parte media del fibular [peroneo] común, se dirige hacia atrás, perfora la fascia y se comunica con el **nervio cutáneo sural medial**, ramo colateral del tibial, en un punto variable de la altura de la pierna (**fig. 70-20**). Juntos o separados, descienden atrás hasta el maléolo lateral y la cara lateral del talón. De este nervio puede diferenciarse un **nervio cutáneo fibular [pero-**

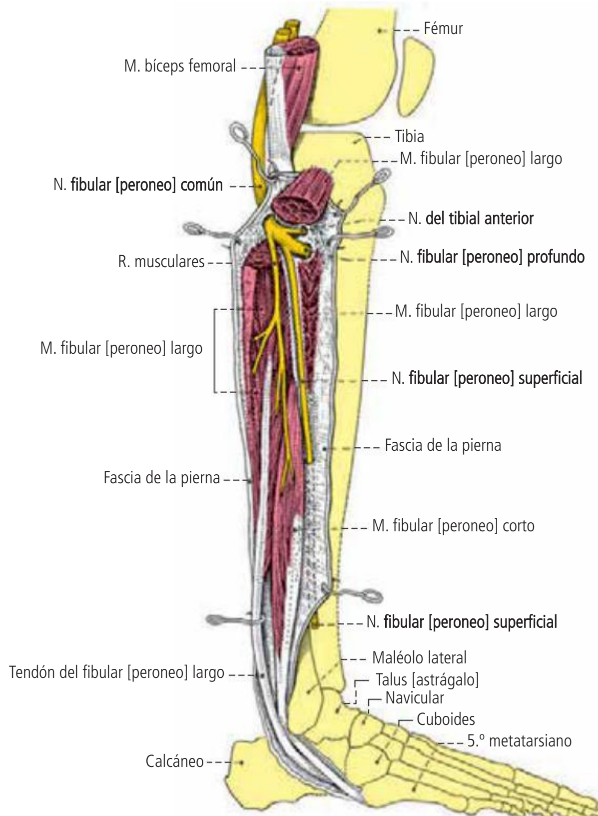


Fig. 70-18. Músculos fibulares [peroneos] laterales y nervio fibular [peroneo] común, lado derecho.

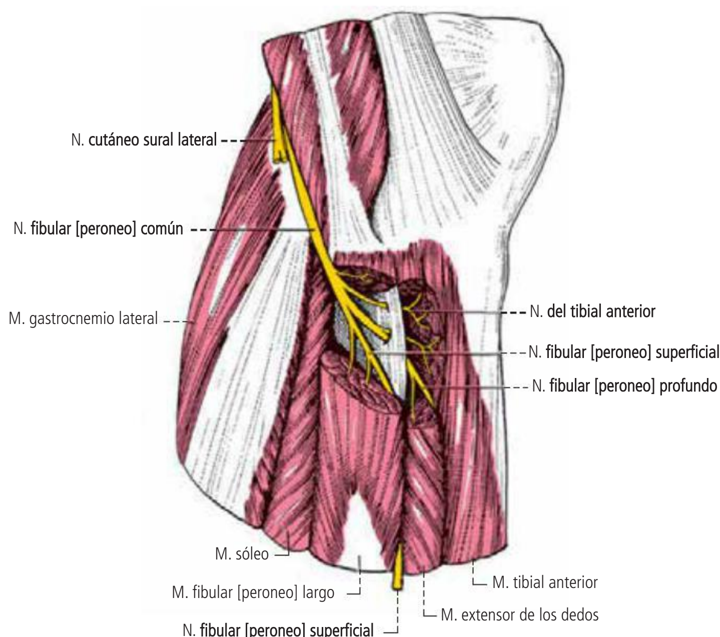


Fig. 70-19. Nervio fibular [peroneo] común en relación con la cabeza y el cuello de la fíbula [peroné], lado derecho.

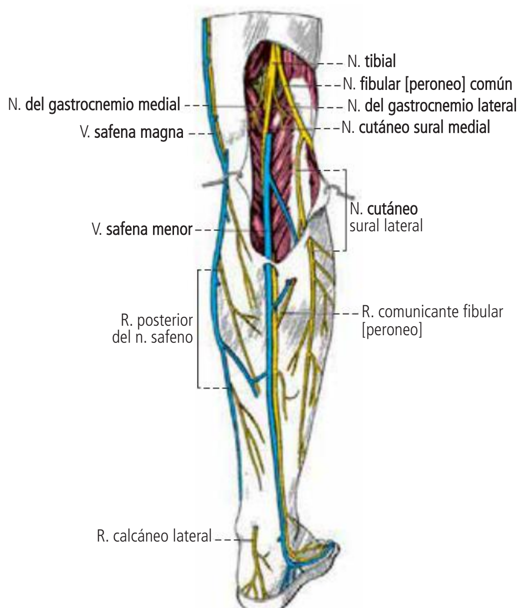


Fig. 70-20. Nervios superficiales de la cara posterior de la pierna derecha.

neo]: muy fino, atraviesa la fascia y desciende dando ramos finos a la piel de la cara lateral de la pierna; se lo puede seguir hasta cerca del talón.

Nervios superiores del tibial anterior: en número de dos, se originan cerca de la terminación del fibular [peroneo] común a nivel del cuello de la fíbula [peroné] y se dirigen transversalmente, en sentido medial y hacia adelante, atraviesan el tabique fascial que separa la región lateral de la anterior y penetran en la parte superior del músculo tibial anterior.

Ramos terminales

En la parte lateral del cuello de la fíbula [peroné], el **fibular [peroneo] común** se divide en **dos ramos**: el **nervio fibular [peroneo] superficial** y el **nervio fibular [peroneo] profundo**.

Nervio fibular [peroneo] superficial [musculocutáneo]: desciende verticalmente a lo largo de la cara lateral de la fíbula [peroné] contenido en el espesor del **músculo fibular [peroneo] largo**, entre sus dos haces de inserción inferiores (**fig. 70-18**). Cuando terminan las fibras del fascículo anterior, el nervio se hace subfascial y, saliendo entre los dos fibulares [peroneos], perfora la fascia hacia abajo y medialmente, para hacerse **subcutáneo** en el tercio inferior de la pierna. Se dirige hacia el dorso del pie y se divide en sus **dos ramos terminales**.

A. **Ramos colaterales**: son los nervios para los **músculos** fibular [peroneo] largo, fibular corto, tercer fibular (un cuarto de los casos) y un pequeño **ramo maleolar lateral** en la porción subcutánea de la región inferior y lateral de la pierna.

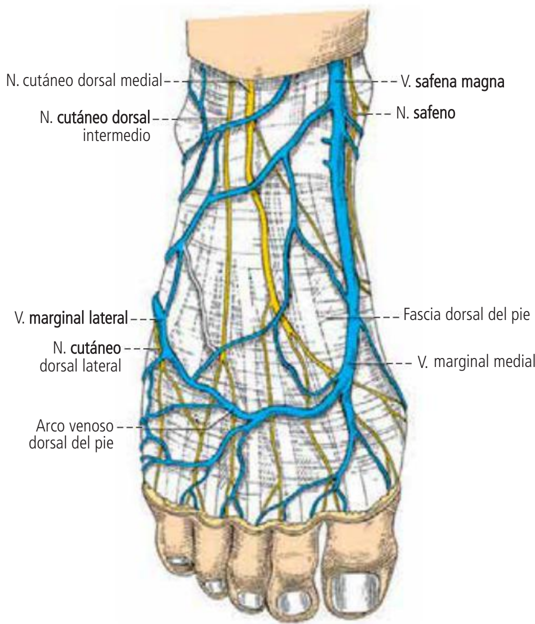


Fig. 70-21. Venas y nervios superficiales del dorso del pie.

El extensor largo del dedo gordo cruza el nervio tibial y la arteria por adelante.

En la **articulación talocrural**, el nervio, medial a los vasos tibiales anteriores, pasa con ellos profundamente al retináculo de los extensores del tarso y se divide en dos ramos terminales: **medial** y **lateral**.

A. Ramos colaterales: son **ramos musculares** para el tibial anterior, el extensor largo de los dedos, el extensor largo del dedo gordo y el tercer fibular [peroneo] (un cuarto de los casos). Por último, proporciona un ramo articular destinado a la articulación talocrural.

B. Ramos terminales: el **ramo lateral** se dirige oblicuo hacia abajo y lateralmente, entre el tarso y la cara inferior del extensor corto de los dedos del pie, en el que se distribuye (**fig. 70-22**). Proporciona, además, nervios para las articulaciones. El **ramo medial** constituye la continuación del fibular [peroneo] profundo y se dirige abajo y adelante, hacia el 1.er espacio interóseo, medial al extensor corto del dedo gordo y lateral al tendón del extensor largo del dedo gordo a nivel de la línea tarsometatarsiana. Los cruza por su cara anterior el extensor corto del dedo gordo. Continúa su trayecto en el 1.er espacio interóseo y en la parte anterior de este espacio da los digitales dorsales lateral del 1.er dedo y medial del 2.º dedo, y encuentra el nervio cutáneo dorsal medial del nervio fibular [peroneo] superficial, con el cual se comunica. Puede no comunicarse y terminar en la piel del espacio.

B. Ramos terminales: superficiales, se encuentran en relación con las venas superficiales del dorso del pie. Se distinguen (**figs. 70-21** y **70-22**):

- **Nervio cutáneo dorsal medial**, oblicuo abajo, medial y adelante, cruza el tendón del extensor del dedo gordo delante del 1.er metatarsiano, llega a la articulación metatarsofalángica y termina en el borde medial del pie, dando el digital dorsal medial del 1.er dedo. También aporta el digital dorsal lateral del 2.º dedo y el digital dorsal medial del 3.er dedo. Se comunica con el nervio cutáneo medial de la pierna: el **nervio safeno**.
- **Nervio cutáneo dorsal intermedio**, desciende adelante, recorre el 3.er espacio interóseo y se divide en: un **ramo medial**, que forma el digital dorsal lateral del 3.er dedo, y un **ramo lateral**, que forma el digital dorsal medial del 4.º dedo.

Nervio fibular [peroneo] profundo [tibial anterior]: es el ramo medial de bifurcación del **nervio fibular [peroneo] común** (**figs. 70-18**, **70-19** y **70-23**). Nace, como el precedente, en la cara lateral del **cuello de la fíbula [peroné]**. Desde aquí se dirige oblicuo abajo y medial, pasa entre las inserciones superiores del **fibular [peroneo] largo**, atraviesa el tabique entre la región lateral y la región anterior. Atraviesa las inserciones superiores del extensor largo de los dedos. Se sitúa en el intersticio que separa el extensor largo del tibial anterior, aplicado a la cara anterior de la membrana interósea, lateral a los vasos tibiales anteriores. En el tercio inferior de la pierna, el nervio cruza a la arteria por adelante para situarse medial a ella.

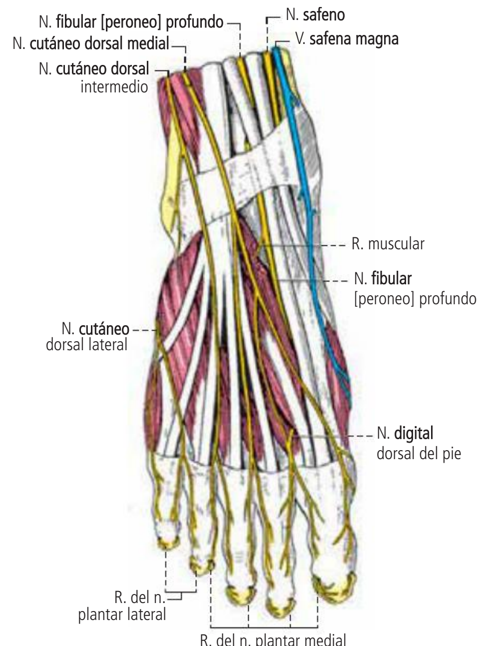


Fig. 70-22. Nervios de la parte dorsal del pie, lado derecho.

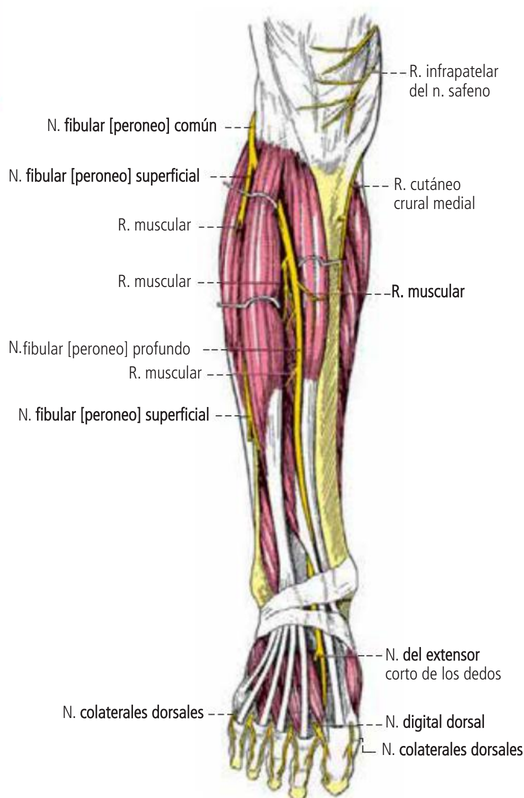


Fig. 70-23. Nervio fibular [peroneo] profundo.

Ramos comunicantes

Existen ramos comunicantes entre los ramos superficiales del fibular [peroneo] superficial y del fibular [peroneo] profundo. Además, en el plano subcutáneo existen ramos comunicantes con el fibular [peroneo] profundo, el nervio cutáneo sural lateral para el cutáneo sural medial y el ramo lateral del fibular [peroneo] superficial; con el femoral, el nervio cutáneo dorsal medial del peroneo superficial y el nervio safeno.

En el ser vivo

El nervio fibular [peroneo] común es un nervio mixto:

- **Sensitivo:** asegura la sensibilidad de la cara lateral de la pierna, del dorso del pie y de la mayor parte de la cara dorsal de los dedos.
- **Motor:** comanda la **flexión dorsal del pie y de los dedos**, la flexión plantar en varo por el fibular [peroneo] largo, que equilibra la flexión plantar en valgo asegurada por el tríceps sural.
- **Vasomotor:** regulariza el flujo sanguíneo en los vasos tibiales anteriores.
- **Propioceptivo:** tiene una acción en el mantenimiento del equilibrio del pie en relación con la pierna.

El **fibular [peroneo] común** es amenazado por su contacto con el **cuello de la fíbula [peroné]**: choques directos, fracturas. Su parálisis ocasiona la caída del pie, la punta hacia abajo es arrastrada sobre el suelo durante la marcha, luego se eleva el pie y cae al plano del suelo, aplicando bruscamente toda la cara plantar (steppage).

Nervio tibial [ciático poplíteo interno]

El **nervio tibial** es el ramo de bifurcación medial del **nervio ciático** (**figs. 70-16** y **70-24**). Más voluminoso que el ramo lateral, está destinado a la cara posterior de la rodilla y de la pierna y a la planta del pie.

Trayecto

Se origina en el vértice superior de la fosa poplítea, salvo en caso de bifurcación alta del ciático. Prolonga la dirección general de su tronco de origen. Desciende en el eje de la región poplítea, vertical.

Relaciones

En la fosa poplítea

Forma el eje mayor del **rombo poplíteo**. El nervio aparece en el ángulo superior constituido por la separación del semimembranoso y del bíceps femoral, separado de este último por el nervio fibular [peroneo] común, que se dirige abajo y lateral-

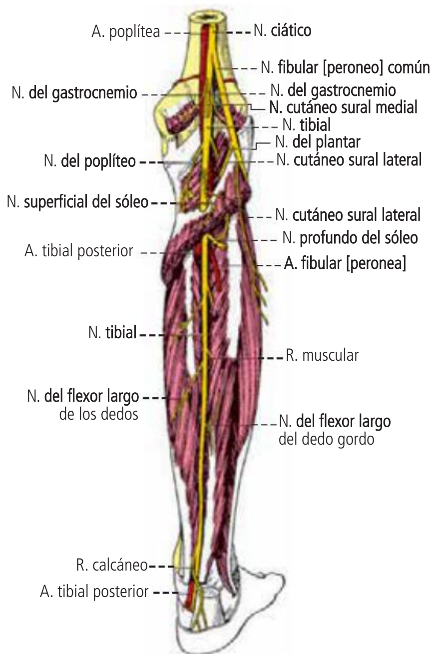


Fig. 70-24. Nervios profundos de la cara posterior de la pierna derecha.

mente. Más abajo, se profundiza por delante del **gastrocnemio**. El nervio está lateral y más superficial que los vasos poplíteos que emergen del hiato aductor y luego se reúnen con él para formar el **eje vasculonervioso poplíteo**. Estos elementos se escalonan de la superficie a la profundidad y de lateral a medial en el orden siguiente: nervio, vena, arteria. El **nervio tibial** es el elemento más superficial; cubierto por la fascia de la región poplítea, queda a distancia del plano anterior de la región (superficie poplítea, del fémur y articulación de la rodilla). El nervio se encuentra rodeado por tejido adiposo donde entra en relación con las colaterales arteriales y venosas de los vasos poplíteos. La **vena safena menor**, situada en un desdoblamiento de la fascia poplítea, describe su arco para terminar en la vena poplítea, cruzando medialmente al nervio tibial.

En la región posterior de la pierna

El nervio recorre algunos centímetros, cubierto atrás por el gastrocnemio, adelante sobre el músculo poplíteo, del que lo separan los vasos poplíteos.

Está situado entre el sóleo por atrás y los flexores por adelante, aplicado a la cara posterior del tibial posterior, más abajo sobre el flexor tibial o flexor largo de los dedos. Se encuentra por detrás de la arteria fibular [peronea]. Más abajo, cruza la cara posterior de la **arteria tibial posterior** cerca de su origen, para colocarse lateral a este vaso, en un plano ligeramente posterior. En este trayecto está aplicado al plano profundo por la fascia profunda de la pierna.

En el canal retromaleolar medial

El nervio, con los vasos, se sitúa en el intersticio entre el flexor largo de los dedos y el flexor largo del dedo gordo. La fascia profunda los aplica a la cara posterior de la articulación talocrural.

En el túnel del tarso

El nervio, situado debajo del flexor largo de los dedos y lateral al flexor largo del dedo gordo, se hace inferior y posterior a la arteria y se divide tempranamente, antes que la arteria, dando los **dos nervios plantares**.

En resumen: el **nervio tibial** continúa por debajo del arco tendinoso del sóleo, transcurre por la cara posterior de la pierna, en un trayecto oblicuo hacia abajo y medial, llega por detrás del **maléolo medial**, penetra en el **canal retromaleolar medial** y en el túnel tarsiano **termina** bifurcándose en los **dos nervios plantares**: medial y lateral.

Ramos colaterales

Antes de atravesar el arco tendinoso del sóleo

Ramos articulares: acompañan los ramos articulares de la arteria poplítea.

Ramos vasculares: constituyen los plexos periarterial y perivenoso poplíteos.

Ramos musculares:

- Para las **cabezas medial** y **lateral del gastrocnemio**: se dirigen verticalmente hacia abajo y las penetran por su borde poplíteo o por su cara anterior, ramificándose en tres o cuatro ramos.
- Para el **plantar**: muy fino, se dirige hacia abajo y lateral y lo penetra por el borde o por su cara posterior.
- **Superior del sóleo:** pasa por debajo de la cabeza lateral del gastrocnemio y llegado al borde superior del músculo se divide en dos o tres ramos que penetran en él, cerca de sus inserciones superiores por su cara posterior.
- Para el **poplíteo:** un ramo que nace por encima de los cóndilos femorales. Su trayecto es variable, puede pasar por delante o por detrás de los elementos vasculares y acolado a la arteria inferior medial de la rodilla, se profundiza en la cara posterior del músculo, atravesando su fascia.

Nervio cutáneo sural medial: se desprende del **nervio tibial** en la parte media de la fosa poplítea, desciende aplicado a la cara posterior de este nervio, perfora la fascia profunda de la región poplítea y, aplicado a la vena safena menor, cursa con ella por debajo de la fascia superficial a la que perfora, se hace subcutáneo lateral a la vena, sigue el borde lateral del tendón calcáneo, llega al borde posterior del maléolo lateral, al que rodea de atrás hacia adelante y se sitúa en el borde lateral del pie (**fig. 70-22**).

En su recorrido, el nervio cutáneo sural medial recibe al **ramo comunicante fibular [peroneo]**, ramo del nervio fibular [peroneo] común, y pasa a llamarse **nervio sural** [safeno externo].

El **nervio sural** da:

A. **Ramos colaterales**: solo cuando llega a ubicarse lateral al tendón calcáneo, da sus ramos colaterales. Estos son ramos tibiales inferiores, **calcáneos** y maleolares externos, que se distribuyen por los tegumentos que cubren la parte anterior y externa del tendón. También da ramos para la articulación talocrural y subtalar.

B. **Ramos terminales**:
   - Un **ramo lateral**, que continúa la dirección del nervio en el borde lateral del pie y termina como digital dorsal lateral del 5.º dedo.
   - Un **ramo medial**, que cruza hacia el dorso del pie, llega al 4.º espacio interóseo dorsal y en su extremo anterior se divide dando el digital dorsal medial del 5.º dedo y el digital dorsal lateral del 4.º dedo. Este último ramo puede faltar, en cuyo caso los digitales que proporcionan en el 4.º espacio son suministrados por el nervio fibular [peroneo] superficial, ramo del nervio fibular [peroneo] común.

Después de atravesar el arco tendinoso del sóleo

- **Ramos musculares:** destinados a los músculos profundos de la región posterior de la pierna y al sóleo: **nervio inferior del poplíteo**; se distribuye en la parte inferior de este músculo, luego de perforar su fascia; nervio del **tibial posterior**, del **flexor largo del dedo gordo** y del **flexor largo de los dedos**; cada uno de estos músculos recibe dos o tres nervios que penetran en ellos a alturas variables; el **nervio inferior del sóleo** se dirige hacia abajo y atrás y lo penetra por su cara profunda.
- **Ramos sensitivos:** son dos; el **nervio calcáneo medial** nace del tibial por encima de la articulación talocrural, se distribuye por la piel de la cara medial del talón; el **nervio cutáneo plantar** se origina al mismo nivel que el precedente; puede hacerlo por un tronco común, desciende a la planta del pie y se distribuye por la piel de esta región.
- **Ramos articulares:** para las articulaciones talocrural y subtalar.
- **Ramos vasculares:** para los vasos tibiales posteriores y fibulares [peroneos].

Ramos terminales

Al llegar al **canal retromaleolar medial**, a nivel de la punta del maléolo medial, el **nervio tibial** se divide en sus dos ramos

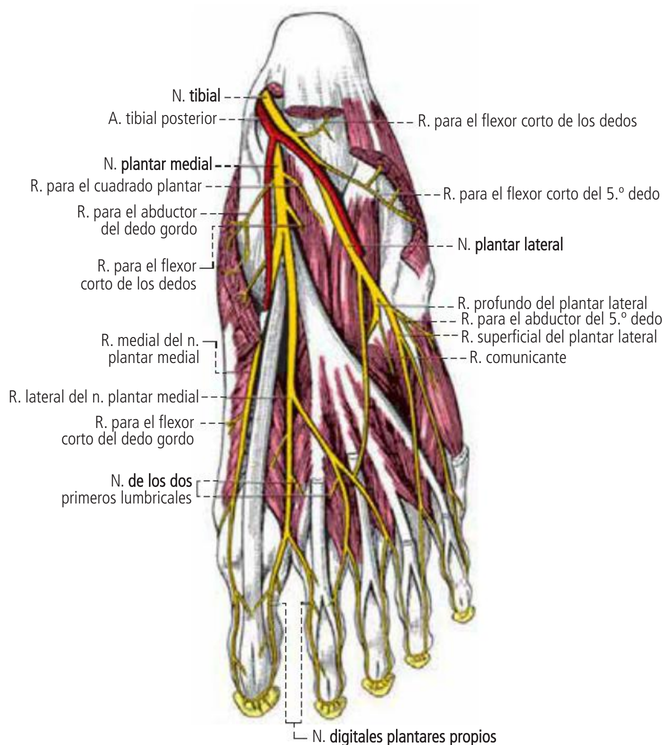


Fig. 70-25. Nervios plantar medial y lateral, pie derecho.

terminales: el nervio **plantar medial** y el **plantar lateral** (**figs. 70-24** y **70-25**).

Nervio plantar medial: más voluminoso que el lateral, se separa de este en ángulo agudo hacia abajo y adelante (**figs. 70-25** y **70-26**). Se origina en el **canal retromaleolar medial**, por detrás de la arteria tibial posterior; cruza después la cara superior de la arteria plantar medial y se sitúa delante de este vaso. En la parte inferior del **canal retromaleolar medial** (túnel del tarso), el nervio pasa entre la cara medial del calcáneo y la cara profunda del abductor del dedo gordo, entre la expansión que separa los tendones flexores de los elementos plantares mediales y la expansión que separa los elementos plantares laterales de los mediales. Lo alcanza aquí la **arteria plantar medial**, penetrando en un túnel osteomusculofibroso. Sigue en la planta del pie acompañado por la arteria plantar medial, que se sitúa medial a él. El nervio se dirige hacia adelante en el intersticio que separa el abductor del dedo gordo del flexor corto de los dedos, superficial a los tendones del flexor largo de los dedos y del flexor largo del dedo gordo. Hacia la base de los metatarsianos, el nervio se divide en sus ramos terminales.

A. **Ramos colaterales: ramos motores** para el **abductor del dedo gordo** y el **flexor corto de los dedos** (**fig. 70-25**). Estos nervios se originan a su salida del túnel del tarso, medialmente el nervio del abductor, lateralmente el nervio del flexor corto, para la **porción medial** del **cuadrado plantar**, en el túnel del tarso.
B. **Ramos terminales:** al llegar a la base del 1.er metatarsiano, el nervio plantar medial se divide en un **ramo medial**, que sigue al flexor corto del dedo gordo, al que inerva, y se continúa hacia adelante para formar el primer digital plantar medial; un **ramo lateral** que, como el precedente, se origina por debajo del tendón flexor largo de los dedos, al que cruza superficialmente, sigue el borde medial del tendón del largo del dedo gordo y se divide en dos ramos: el **medial**, destinado al 1.er espacio interóseo, inerva: al **1.er lumbrical** por su cara superficial y al **fascículo lateral del flexor corto del dedo gordo**, al que también penetra por la cara superficial, y al llegar a la primera comisura se divide en digital plantar lateral del dedo gordo y digital plantar medial del 2.º dedo; el **lateral** contornea el borde medial del flexor corto plantar y pasa al grupo medio, donde se sitúa entre este músculo y la cara profunda de la aponeurosis plantar, y proporciona el nervio del 2.º espacio, que inerva al 2.º lumbrical por su cara superficial, sigue adelante y da los digitales plantares laterales del 2.º y medial del 3.er dedo. El nervio del 3.er espacio envía un ramo comunicante delgado al plantar lateral, que se desliza entre el flexor corto plantar y la aponeurosis plantar, continúa adelante para originar el digital plantar lateral del 3.er dedo y el medial del 4.º dedo.

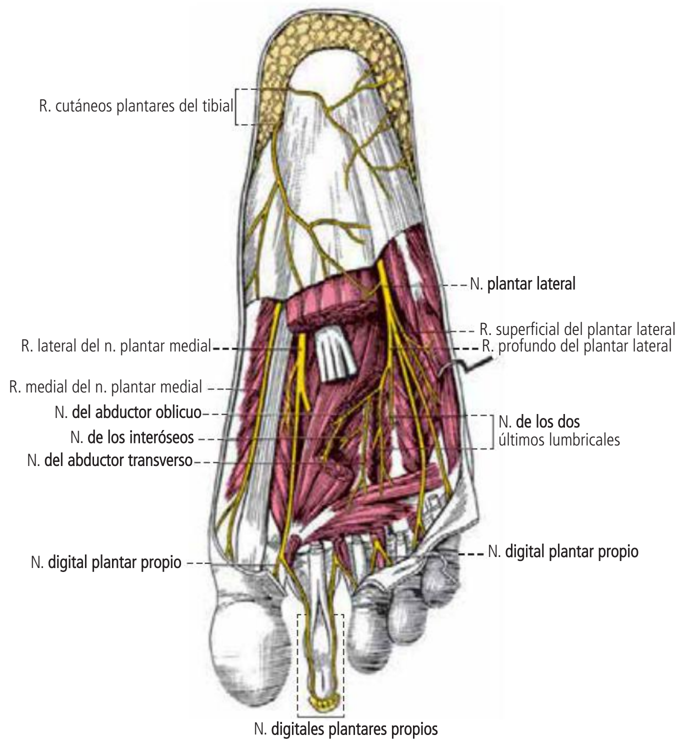


Fig. 70-26. Ramo profundo del nervio plantar lateral, pie derecho.

Nervio plantar lateral: de diámetro menor que el medial, desciende en sentido vertical, pasa profundamente al origen de la arteria plantar lateral y se lo ve aparecer en el ángulo de bifurcación de la arteria tibial posterior, lateral a la expansión que separa los elementos plantares mediales y laterales (**figs. 70-25** y **70-26**). El nervio deja el túnel del tarso para cruzar oblicuo, lateralmente, adelante, en la planta del pie, entre el flexor corto de los dedos y el cuadrado plantar, luego atraviesa el tabique que separa el grupo lateral del medio. En este trayecto, oblicuo, sigue el borde lateral del tendón del flexor largo de los dedos, paralelo a él, a 1 cm por detrás. Llegado a nivel de la línea tarsometatarsiana, el nervio termina en un ramo superficial y uno profundo.

A. **Ramos colaterales:** nervio del **abductor del 5.º dedo**, nace del nervio plantar lateral cerca de su origen, cruza el tendón del flexor largo del dedo gordo en el túnel del tarso, sobre el cuadrado plantar, pasa entre este y el flexor corto de los dedos y aborda al abductor del 5.º dedo, distribuyéndose en él. Distalmente al túnel del tarso, da origen a la inervación para el **cuadrado plantar** y, más profundamente, para el ligamento calcaneocuboideo.
B. **Ramos terminales:** llegado a la extremidad posterior del 4.º espacio interóseo, se divide en sus dos ramos terminales: superficial y profundo.

– **Ramo superficial** (**fig. 70-25**), continúa la dirección del nervio y se divide en dos ramos: **medial**, desciende al 4.º espacio interóseo y proporciona el digital lateral del 4.º dedo y el digital medial del 5.º; un ramo **lateral**, que atraviesa el tabique intermuscular entre el grupo medio y el lateral, proporciona la inervación para el flexor corto del 5º dedo y se dirige al borde lateral del pie para formar el digital plantar lateral del 5.º dedo.
– **Ramo profundo** (**fig. 70-26**), acompañado de la arteria plantar lateral, cambia bruscamente de dirección, transcurre en dirección medial y se profundiza entre el aductor oblicuo del dedo gordo y los interóseos plantares. Describe una curva de concavidad posterior para terminar en la parte media del 1.er espacio interóseo, enviando uno o más filetes a la **cabeza oblicua del aductor del dedo gordo**, al que penetran por la cara profunda. Por su convexidad, proporciona: **ramos musculares** para el 3.er y 4.º lumbricales, que penetran en ellos por la cara profunda. Inerva al **cabeza transversa del aductor del dedo gordo**, un ramo para cada uno de los **interóseos plantares y dorsales**; **ramos articulares** para las articulaciones tarsianas y tarsometatarsianas.

Ramos comunicantes

Se establecen: entre los ramos del **nervio tibial**, en la piel del talón y en la planta del pie; con los nervios vecinos: el nervio

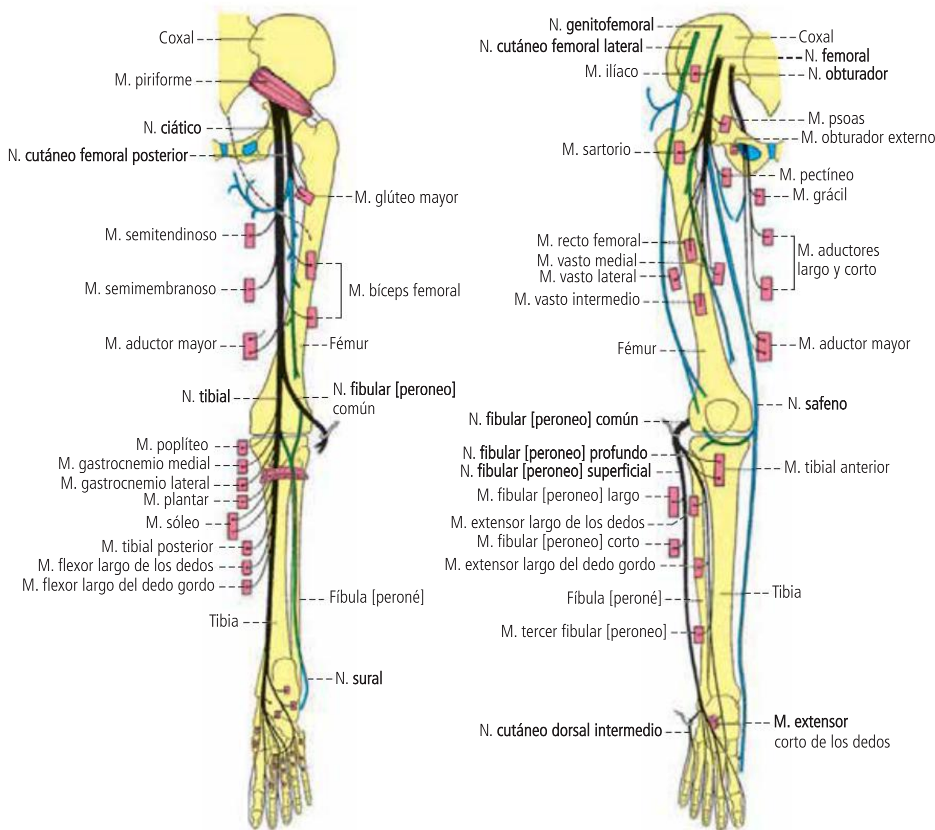


Fig. 70-27. Nervios del miembro inferior. A la izquierda: caras posterior y plantar; a la derecha: caras anterior y dorsal (según Pitres y Testut).

cutáneo sural lateral, proveniente del fibular [peroneo] común, el safeno, el ramo del femoral.

En el ser vivo

El **nervio tibial** posee las acciones propias de los nervios mixtos:

- **Motor:** comanda la **flexión plantar** del pie y de los dedos. Es antagonista del fibular [peroneo] común y mantiene la concavidad longitudinal del arco plantar.
- **Sensitivo:** cubre la sensibilidad de la cara posterior de la pierna, del talón, de la cara plantar del pie y de los dedos.
- **Propioceptivo:** por sus ramos musculares y articulares.
- **Vasomotor y trófico:** por sus ramos vasculares. Esta acción es predominante en relación con el fibular [peroneo] común. En la planta del pie, zona de apoyo, es donde aparecen las ulceraciones consecutivas a las parálisis del ciático.

Situado profundamente, excepto en la región poplítea, el nervio tibial rara vez se lesiona. Sus ramos no son muy vulnerables, salvo el tibial, en la región retromaleolar medial.

En resumen

Por sus ramos colaterales y terminales, el **nervio ciático** comanda todo el miembro inferior, excepto la parte anterior y medial del muslo: los **nervios femoral** y **obturador**. Su sección o su parálisis ocasionan trastornos de la marcha, de la sensibilidad y del trofismo de los miembros inferiores, tales que la amputación del miembro se hace a veces necesaria.

Por la riqueza de sus fibras sensitivas y simpáticas, reacciona violentamente (estado de shock) cuando se lo secciona; es necesario administrar anestesia local al nervio durante las amputaciones del muslo, incluso si se las realiza bajo anestesia general.

RESUMEN DE LA INERVACIÓN DEL MIEMBRO INFERIOR

Al igual que el miembro superior, el **miembro inferior** recibe: nervios vasculares destinados a los vasos, nervios motores destinados a los músculos y nervios sensitivos afectados a la sensibilidad.

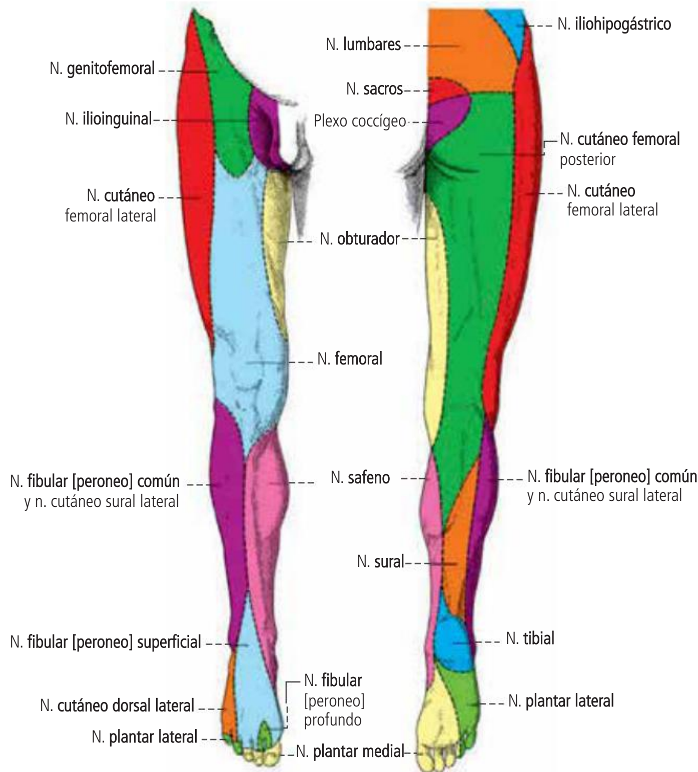


Fig. 70-28. Territorios sensitivos del miembro inferior. A la izquierda: cara anterior; a la derecha: cara posterior (según Pitres y Testut).

Nervios vasculares

Dispuestos alrededor de las arterias en forma de ricos plexos, proceden en su mayor parte de los plexos lumboaórtico e hipogástrico. Como en el miembro superior, a medida que se alejan de su origen, están reforzados por filetes nerviosos adicionales que nacen de distintas ramos de los plexos lumbar y sacro. Así, la arteria femoral recibe ramos del nervio femoral, las arterias tibial posterior y fibular [peronea] del nervio tibial, etc. Son nervios vasomotores: vasoconstrictores y vasodilatadores.

Nervios motores

La inervación de los músculos del miembro inferior procede en parte del plexo lumbar y en parte del plexo sacro. En la **figura 70-27** se detalla el origen de cada uno de los nervios que corresponden a los distintos músculos.

Nervios sensitivos

Se encuentran en todos aquellos puntos donde se deben recoger impresiones: en los huesos, el periostio, los músculos, las aponeurosis, los ligamentos, las sinoviales articulares, las fascias y la piel. Su distribución en los tegumentos constituye los **territorios.** Se describen en la **región glútea**, el **muslo**, la **pierna** y el **pie** (**fig. 70-28**).

Región glútea

Está inervada por seis grupos de nervios que delimitan seis territorios que se pueden agrupar en tres zonas longitudinales, cada una de las cuales comprende dos territorios: superior e inferior.

- **Zona media**; está inervada: **arriba**, por los ramos posteriores de los nervios lumbares; **abajo**, por ramos ascendentes o ramos glúteos procedentes del nervio glúteo inferior.
- **Zona medial**, responde al sacro y al cóccix y está inervada: **arriba**, por los ramos posteriores de los nervios sacros; **abajo**, por los ramos eferentes del plexo coccígeo.

Muslo

En sus caras se distinguen las siguientes regiones:

- **Posterior**, inervada por el nervio cutáneo femoral posterior.
- **Lateral**, corresponde al territorio del nervio cutáneo femoral lateral.
- **Medial**, corresponde al territorio del nervio obturador.
- **Anterior**, **arriba** y en la línea axial depende de los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal y del genitofemoral. **En el resto** de su extensión depende del nervio femoral. Todos estos nervios provienen del plexo lumbar.

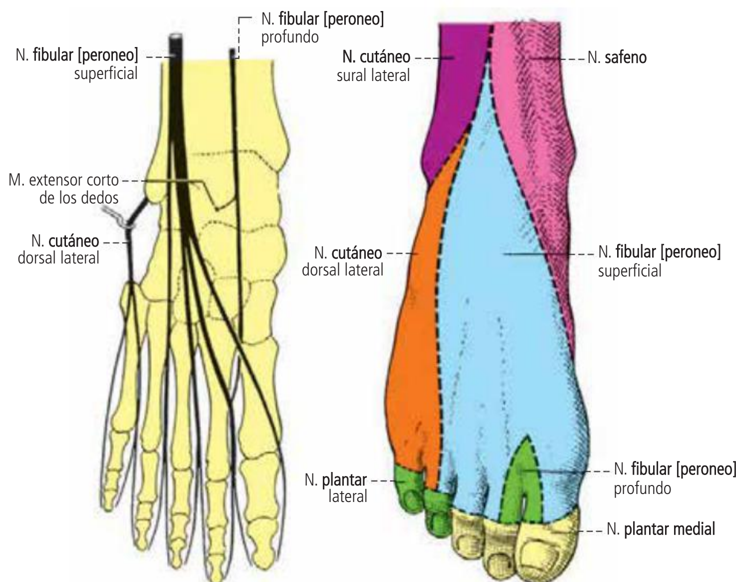


Fig. 70-29. Inervación del pie, cara dorsal (según Pitres y Testut).

Pierna

Aquí existen dos grandes territorios: el del safeno, que ocupa el lado medial de la pierna, y el del cutáneo sural lateral, que ocupa el lado lateral. Ambos territorios, **adelante**, contactan en la mayor parte de su extensión, excepto en el tercio inferior de la pierna, donde están separados por el territorio del nervio fibular [peroneo] superficial, que penetra entre los dos territorios a manera de un cono.

En la **parte posterior** de la pierna, ambos territorios están separados por una zona longitudinal inervada: **arriba,** por las ramos terminales del nervio cutáneo posterior del muslo; **abajo,** por el nervio cutáneo sural lateral.

Pie

- En la **cara dorsal** (**fig. 70-29**) se observan tres territorios: **medialmente**, el del safeno, que sigue el lado medial del pie; **lateralmente**, el territorio del nervio cutáneo sural lateral, que sigue el borde lateral del pie; en el **medio**, entre ambos, el territorio del nervio fibular [peroneo] superficial. Puede describirse un cuarto territorio de menor extensión del fibular [peroneo] profundo que corresponde al 1.er espacio interóseo y a los bordes correspondientes del dedo gordo y del 2.º dedo (**fig. 70-30**).
- En la **cara plantar:** la piel del talón está inervada por el nervio tibial por sus ramos calcáneo y cutáneo plantar. Por delante de él, y lateralmente, el nervio plantar lateral, por adelante y medial, el nervio plantar medial. El límite de separación lo marca una línea extendida desde la unión del tercio posterior con los dos tercios anteriores del borde medial del pie a la base del 4.º dedo, y sigue en él por su línea axial. A lo largo del borde medial del pie, puede reconocerse una franja pequeña, poco extensa, que pertenece al nervio safeno.
- **En los dedos:** estos están inervados a la vez por: el nervio fibular [peroneo] superficial, comunicado con el fibular [peroneo] profundo, por el cutáneo sural lateral y por los plantares lateral y medial. Su repartición es similar a la de los dedos de la mano.

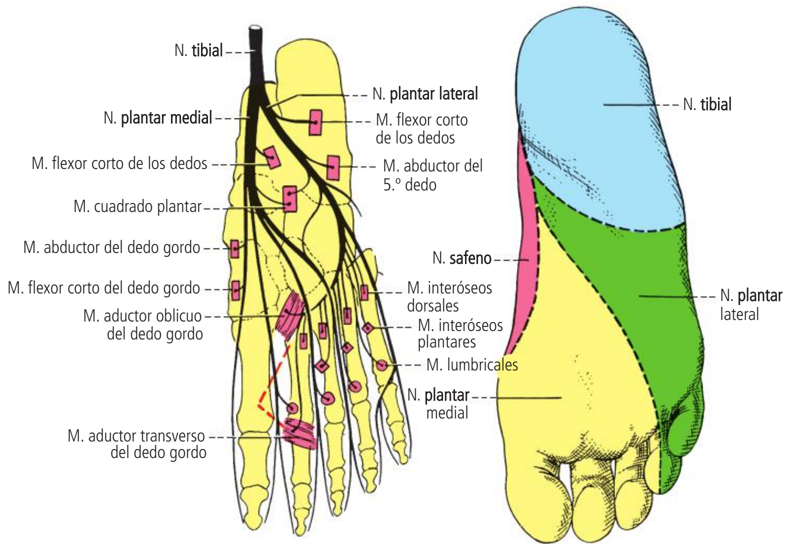


Fig. 70-30. Inervación del pie, cara plantar (según Pitres y Testut).

Véase **Texto complementario:** *Regiones topográficas del miembro inferior*

Bibliografía

Generalidades concernientes al esqueleto, las articulaciones y los músculos – Columna vertebral – Esqueleto del cráneo y de la cara – Articulaciones de la cabeza con la columna vertebral. Músculos del cuello – Sistema nervioso central – Sistema nervioso periférico – Nervios craneales – Nervios espinales – Sistema nervioso autónomo –Organos de los sentidos – Miembro superior – Mienbro inferior

ADAMKIEWICZ, Albert (1850-1921). Die Blutgelasse des menschlichen Rückermarkoberflache, S. B. Acad. Wissensch. *Wien; Math. Nath. Klin.*, 85, Abt. III, p. 101, 1882.

AMMON, Friedrich von (1799-1861). Die Entwicklunggesichte des menschlichen Auges. *V. Craefes Arch. Ophtalm.*, 4, p. 1, 1858.

ARNOLD, Friedrich (1803-1890). *Icones nervorum capitis*. Heidelberg, 1834.

BASMAJIAN, J. V. *Muscles alive*. The Williams and Wilkins C. O. Baltimore, 1967 (2nd edition).

BECHTEREW, Wladimir (1857-1927). *Voies de conductions dans le cerveau ef dans la moëlle épinrère*. St. Petersbourg, 1898.

BETZ, Wladimir (1834-1894). Anat. Nachweis zweier Gehirncentra. *Zbl. Med. Wiss.*, 12, p. 578, 579, 1874.

BICHAT, Xavier (1771-1802). *Traité des membranes, traité de la membrane arachnoide*, p. 281. Paris, VIII (1799).

BILLET, Henri. La région du trou de Monro. *Cpte, rendus Ass., Anat.*, p. 170, 1952.

BOCK, Rudolf. *Anatomie des Gehirns*. Urban & Fischer. 2001.

BOUCHET, Alain; CUILLERET, Jacques. *Anatomía descriptiva, topográfica y funcional*. Editorial Médica Panamericana. 1994.

BOUCHET, Alain. La fissure transversale du cerveau ou fente cérèbrale de Bichat. *Arch. Anat. Hist. et. Emb.*, 49, 5/8, p. 455, 1966.

BRESCHET, Gilbert (1784-1845). *Traité d'Anatomie Humaine*. Paris, 1834.

BROCA, Pierre (1824-1880). Deux cas d'aphasie traumatique produite par des lésions de la 3ème circonvolution frontale gauche. *Bull. Sté. Chir. Paris*. V. p. 51, 1864.

BRODMANN, Korbinian (1867-1918). Die Kortex Gliederung des Menschen. *J. Psych. Nerv*. 10, D, p. 231. Leipzig 1907.

BURDACH, Charles (1776-1847). *Von Baue und Leben des Gehirns*. Leipzig, 1819-1826.

A. CALVO: Malformaciones de las raíces lumbosacras. Rev., del Hosp., Maciel, N° 21, año 1992.

CIVININI, Filippo (1805-1844). *Linee anatomiche*. Pistoia, 1829.

CLARKE, Jacob (1817-1880). Researches into the structure of the spinal cord. *Phil. Trans.*, 141, p. 607, 1851.

CLAVEL, Charles (1901-1960) et LATARJET, Michel. Anatomie médico-chirurgicale du Crâne et de l'Encéphale. DOIN Ed., Paris, 1938.

CHASSAIGNAC, Charles (1805-1879). *Études d'anatomie et de pathologie chirurgicales*. Paris, 1836-1851.

CHIPAULT, Antoine (1866-1928). Rapports des apophyses épineuses avec la moëlle, les racines médullaires et les méninges. *Thése de Doctorat*. Paris, 1894.

COMITÉ FEDERAL SOBRE TERMINOLOGÍA ANATÓMICA (FCAT). SOCIEDAD ANATÓMICA ESPAÑOLA. *Terminología Anatómica Internacional*. Editorial Médica Panamericana. 2001.

DANDY, Walter E. (1866-1946). *Surgery of the brain*. Ed. Prior Hagerstown, Maryland, 1945.

DEITERS, Otto (1834-1863). *Untersuchungen ueber Cehirn und Ruckenmarks des Menschen und der Saügethiere*, Brunswick, 1865.

DÉJERINE, Jules (1849-1917). *Anatomie des centres nerveux*, Masson ed., 1969.

DELMAS, André. *Voies et centres nerveux*, Masson ed., 1969.

DITTEL, Léopold (1815-1898). *Die topographie des Halsfascien*. Vienne, 1857.

DOMISSE, G. F. The blood supply of the spinal cord. *J. of bone and joint surg.* (Brit. Vol.), 1974, 56 B, 2, p. 225.

DUCHENNE, Guillaume dit "de Boulogne" (1806-1875). *Physiologie des-mouvements*. Baillière et fils, Ed. Paris, 1867.

DURET, L. Henri (1849-1921). *Études expérimentales et cliniques sur les traumatismes cérébraux*. DELAHAYE, Ed. Paris 1877.

EUSTACHI, Bartholomeo (1513-1574). *De auditus organis*. Venise, 1562.

FALLOPIO, Gabriel (1523-1563). *Observationes anatomicae*, Venise, 1561.

FELIZET, Georges (1884-1908). Recherches anatomiques et expérimentales sur les fractures du crâne. *These de Doctorat*. Paris, 1873.

FENEIS, Heinz; DAUBER, Wolfgang. Nomenclatura anatómica ilustrada. 5ª Ed. Masson. 2006.

FERREIRA, Luis N.; TERAGNI, Eduardo; PRÓ, Eduardo A. *Anatomía Humana. Neuroanatomía, Cabeza y Cuello.* Editorial Médica Panamericana. 1988.

FERREIRA, Luis N.; TERAGNI, Eduardo; PRÓ, Eduardo A.; FORLIZZI, Valeria A. *Atlas Fotográfico de Anatomía Humana*. Weber-Ferro. 1995.

FISCHER, Louis. *Biomécanique Articulaire.* Éditions de l'Association des Étudiants en Médicine. Lyon. 1975.

FLECHSIG, Paul (1847-1929). *Die Leitungsbahen in Gehirn Rüchenmark des Menschen...* Leipzig, 1876.

FOREL, August (1848-1931). Untersuchung über die Haubenregion und ihre obern Verknüpfungen in Gehirn des Menschen und einiger Saügetiere. *Arch. fur Psychiatrie, 1877,* vol. 7, Berlin.

FORLIZZI, Valeria A.; PRÓ, Eduardo A. *Ejercicios de vías de conducción*. Centro de estudiantes, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires. 2003.

FORLIZZI, Valeria; PRÓ, Eduardo. Neuroanatomía. Ed. Ursino. 2013.

GALENO, Claudio (131-202). *Epitome*, vol. III.

GARCÍA-PORRERO, Juan A; HURLÉ, Juan M. Neuroanatomía humana. Ed. Médica Panamericana. 2014.

GASSER, Johann Laurentius (Professeur à Vienne de 1757 a 1765). *Paris quinti nervorum encephali disquitio anatomica*. Vienne, 1765.

GLASER, Johann (1629-1675). *Tractatus post-hunus de cerebro*. Bâle, 1680.

GODLEWSKI, Stanislas et DRY, Jean. *Les anomalies congénitales de la charnière cervicooccipitale. L'Expansion Scientifique*. Ed. Paris, 1964.
GOLL, Friedrich (1829-1903). *Zur fermere anatomie Medulla spinalis*. Zurich, 1868.
GOMBAULT, Albert (1844-1904). *Étude sur la sclérose latérale amyotrophique*. Paris. 1877.
GÓMEZ OLIVEROS, L. *Anatomía Humana*. Editorial Marban. Madrid. 1966.
GONZÁLEZ GARCÍA, C.; GRANDI, M. *Neuroanatomía. U.N.R., Facultad de Ciencias Médicas, Serv. de Public. Rosario*.
GOUAZE, André. Les voies anastomotiques de suppléancé de la vascularisation artérielle de l'axe cérébro-médullaire. *Bull. Ass. Anat.* No 139 bis, p. 1, mars 1968.
GOWERS, William (1845-1915). *The diagnosis of diseases of the spinal cord*. London, 1880.
GRADENIGO, Joseph (1859-1926). *Paralysie du nerf oculaire externe. Ann. Mal. Or.* (Paris); No 6, 537-540, juin, 1926.
GRATIOLET, Louis (1815-1865). *Anatomie comparée du systeme nerveux*. Paris, 1858.
GREGOIRE, Raymond (1876-1942). L'appareil hyoïdien de l'homme. Phylogenie et ontogenie. *J. Anat. et Phys.*, p. 565, 1909.
HERÓFILO (305-280 a.C.). *Savant médicin d'Alexrandrie*.
HIRSCH, Martin C. *InterBRAIN*. Springer Verlag. 1998.
HIRSCH, Martin C. *Dictionary of Human Neuroanatomy*. Springer Verlag. 1999.
HIRTZ, E. J. Rad. et Electro-rad., 6, p. 253, 1922.
HOCHE, Alfred (1865-1943). Ueber Verlaud und Endigungeweise der Fasern... *Neurol. Zbl.* 15, p. 154, 1896.
JAKOB, Cristofredo. *Atlas I. El Cerebro Humano. Su anatomía sistemática y topográfica*. Folia Neurobiológica Argentina. 1939.
KAMINA, Pierre. Anatomie Clinique. 3ª Ed. Maloine. 2006.
KANDEL, Eric R.; SCHWARTZ, James H.; JESSELL, Thomas M. *Principles of Neural Science*. 4th Ed. Elsevier. 2000.
KIERNAN, John Alan. Barr. *El Sistema Nervioso Humano*. McGraw - Hill. 1999.
KRETSCHMANN, Hans-Joachim; WEINRICH, Wolfgang. *Neurofuntional Systems*. Thieme. 1999.
LABBE, Charles (1852-1889). Notes sur la circulation veineuse du cerveau. *Arch. Physio*. p. 135, 1879.
LACROIX, Pierre. *L'organisation des os*. Masson, Ed. Paris, 1949.
LANCISI, Giovanni (1654-1720). *Anatomie corporis humanis*. Torino, 1711.
LAZORTHES, Guy. La vascularisation arterielle de la moëlle. *Neuro-chirurgie*, 4, 1, p. 3, *janvier*, 1958.
Les voies anastomotiques de suppleance de la vascularisation arterielle de l'axe cerebromedullaire. *Bull. Ass. Anat.* No 139 bis, p. 1, mars 1968.
Les amarres veineuses du cerveau et du cervelet. *Cte. Rendus Ass. Anat.*, N° 57, p. 203, 1949.
La distribution centrale et corticale de l'artére cèrèbrale antérieure. *Neuro-chirurgie*, 2, N° 3, p. 237, 1956.
Vascularisation et circulation cérébrales. Masson Ed., Paris, 1961.
LAZORTHES, Guy; GOUAZE, A.; SALOMON, G. *Vascularization et circulation de l'encéphale*. Tomo I, Masson, 1976.
LAZORTHES, G.; GUILHEM, A.; ZADEH, J. La constitution des branches postérieures des nerfs rachidiens. *Bulletin de l'association des anatomistes*. Vol. 70, N° 210, p. 35, setiembre, 1986.
LAZORTHES, G.; ZADEH, J.; GALY, E.; Roux, P. Le territoire cutané des branches postérieures des nerfs cervicaux et des premiers nerfs dorsaux. Revision du schéma de Déjerine. *Bulletin de l'association des anatomistes*. Vol. 70; N° 210; p. 37; Set. 1986.
LEGAIT, Etienne. Les formations épindymaires du 3ème ventricule. *Thése de Doctorat*, Nancy, 1942.
LISSAUER, Heinrich (1861-1891). Beitrag zum Faservelauf im Himterhorm... *Arch. Psychiat. Neurol.*, 17, p. 337, 1886.
LOUIS, René. Topographie vertébro-médullaire et vertébro-radiculaire. *Anatomía clínica*. N° 1. Enero, 1978. Springer International.
LOUIS, René et BOURRET, Paul. *Anatomie du systeme nerveux central. L'Expansion Scientifique Française*, Ed. Paris, 1971.
LUCAS-CHAMPIONNIÈRE, Just (1843-1913). Recherches récentes sur la pathologie cérébrale chirurgicale. *J. Med. el Chir. pratiques*. 50, art. 11054, p. 102, 1879.
LUSCHKA, Huber (1820-1875). *Anatomie des Menschen*. Tübingen. 1863-1869.
LUYS, Jules (1828-1897). *Recherche sur le système nerveux cérébro-spinal*. Paris, 1865.
MAGENDIE, François (1783-1855). Mémoire physiologique sur le cerveau. *J. Phys. Exp. Path*. Vol. 8, p. 222, Paris, 1828.
MAGOUN, Horace et RHINES, R. An inhibitory mechanism in the bulbar reticular formation. *J. Neuro-Physiology*, vol. 9, p. 165, 1946.
MALACARNE, Michéle (1744-1816). *Nuova esposizione della vera struttura del cerveletto humano*. Turin, 1776.
MARCHANT, Gerard (1850-1903). Des épanchements sanguins intra-crâniens traumatiques. *Thése de Doctorat*, Paris, 1881.
MECKEL, Johann (1724-1774). *Tractatus de quinto pare nervorum cerebri*. Göttingen 1748.
MEYNERT, Théodore (1833-1892). Beiträge sur Kenntnis der centrale projection der Sinnesoberflächen. *Acad. Wiss. Wien*. p. 547, 1869.
MONIZ, Egas (1874-1955). *L'arteriographie cérébrale*. Masson ed., Paris, 1927.
MONRO, Alexander (1733-1817). *Of the communication of the ventricule of the brain with each others in man and quadrupeds*. Edimbourg, 1797.
MORAND, Sauver (1697-1773). Observations anatomiques sur quelques parties du cerveau, *Mem. Ac. Sciences Paris*, p. 312, 1744.
MOORE, Keith L.; DALLEY, Arthur F. *Anatomía con orientación clínica*. 4ª Ed. Editorial Médica Panamericana. 2002.
MUGNIER, A. *Embryologie et developpement buccofacial*. Ed. Masson et Cie, 1964.
NETTER, Frank H. Atlas de anatomía humana. 6ª Ed. Elsevier. 2015.
NIEWENHUYS, Rudolf; VOOGD, Jan; VAN HUIJZEN, Christiaan. El sistema nervioso central humano. 4ª Ed. Médica Panamericana. 2009.
NOLTE, John. *The Human Brain*. 5th Ed. Mosby. 2002.
NOLTE, John; ANGEVINE, Jay B. *The Human Brain in Photographs and Diagrams*. 2nd Ed. Mosby. 2000.
OLIVIER, Eugéne (1881-1964). *L'appareil hyoidien. Son ossification compléte chez l'homme*. Arnette. Ed. Paris, 1923.
OLLIER, Leopold (1830-1900). *Traité expérimental et clinique de la régénération des os*. Paris, 1867.
Traité des résections, Tome 1, p. 47. G. Masson ed. Paris, 1885.
PACCHIONI, Antonio (1665-1726). *Dissertatio epistolaris de glandulis conglovatis durae meningis humanae,* Rome, 1705.
PARENT, André. *Carpenter´s Human Neuroanatomy*. 9th Ed. Williams & Wilkins. 1996.
LE PAUMIER, Paul. Contribution a l'étude des variations morphologiques de la faux du cerveau et de ses rapports avec la face interne des hérnisphères. *Thèse de doctorat*, Lyon, 1923.
PHILIPPE, Claudien (1866-1903). *Manuel d'histologie pathologique Cornil et Ranvier. 3ème édition,* Paris, 1901, p. 695.
PIERRE-MARIE (1853-1940). *Leçon sur la moëlle épinière*. Paris, 1892.
POIRIER, Paul (1853-1907) *Traité d'anatomie médico-chirurgicale*. Paris, 1892.
PARENT, André. Carpenter's Human Neuroanatomy. 9th Ed. Williams & Wilkins. 1996.

PRÓ, Eduardo A.; BRUNSTEINS, Daniel B.; TERAGNI, Eduardo; CASTAÑÓN, Jorge A. *Seno sigmoideo: consideraciones biométricas de las relaciones intratemporales de interés otoquirúrgico*. XX Congreso Rioplatense de Anatomía y 2ª Reunión Latinoamericana de Anatomistas. La Plata. Septiembre 1983.
PRÓ, Eduardo. Anatomía clínica. 2ª Ed. Médica Panamericana. 2014.
PUTZ, Reinhard; PABST, Reinhard. *Sobotta. Atlas de Anatomía Humana*. 21ª Ed. Editorial Médica Panamericana. 2001.
RATHKE, Martin (1793-1860). *Entwicklungsgeschichte der Menschen un der Thiere*. Leipzig, 1832.
REICHERT, Karl (1811-1883). *Der Bau menschlichen Gehirns*. Leipzig, 1859-1860.
REIL, Johann (1759-1813). *Exercitationum anatomicarum fasciculus primus. De structura nervorum*. Halle, 1796.
RIOLAN, Jean (1577-1657). *Anatomen carporis humani*. Paris, 1610.
ROHEN, Johannes W.; YOKOCHI, Chihiro; LÜTJEN-DRECOLL, Elke. *Atlas de anatomía humana*. 5ª Ed. Elsevier Science. 2003.
ROLANDO, Luigi (1773-1831). *Ricerche anatomiche sulla struttura del midollo spinale*. Torino. 1824. *Saggio sopra la vera struttura del cervello.* Sassari,1809.
RUIZ LIARD, A.; SORIA, V., POU, G. *Brain and Orbital TC and its Anatomy*. Meeting of the Israeli Association and the Neurology Association of Israel. Enero, 1979.
RUIZ LIARD, A.; ESTAPE, G.; SORIA, V. *Irrigación arterial y venosa del Sistema Nervioso Central*. XVI Reunión de la Sociedad Rioplatense de Anatomía. Punta del Este. Uruguay, 1979.
SALMON, Michel. Artères des muscles de la tète et du cou. Pág. 32 Masson et Cie. Editores.
SANTORINI, Giovanni Domenico (1681-1737). *Observationes anatomicae*. Venise, 1720.
SARROSTE, Jacques. Rôle respectif de l'os enchondral et de l'os périostique dans la croissance des os longs. *Thèse de Doctorat*, Toulouse, 1963.
SCARPA, Antonio (1747-1832). *Epístola anatómico-médica*. Pavia, 1821.
SCHULTZE, Maximilian (1825-1874). *Allegeimes Untersuchungen ueber die Strukturelemente des Nerven Systems*. Leipzig, 1871.
SCHÜNKE, Michael; SCHULTE, Erik; SCHUMACHER, Udo; VOLL, Markus; WESKER, Karl. Prometheus. 3ª Ed. Médica Panamericana. 2015.
SEDILLOT, Charles (1804-1883). *Contributions à la chirurgie*. T. II p. 28, Baillière, Ed. Paris, 1868.
SHERRINGTON, Charles (1857-1952). Selected writings of Sir Charles Sherrington. Compiled and edited by D. Denny-Brown. Ed. Hoeber, New York, 1940.
SKANDALAKIS, John E. Surgical anatomy. Paschalidis Medical Publications. 2004.
SOEMMERING, Samuel Thomes (1755-1830). *Vom Baue des menschlichen Körpers*. Francfort 1791-1796.
SPIEGEL, Andrien van der (1578-1625). *De humani corporis fabrica libri decem*. Venise, 1627.
SPIX, Johannes (1781-1826). *Cephalogenesis sive capilis osseis cura*. Munich, 815.
STANDRING, Susan. Gray's Anatomy. 41ª Ed. Elsevier. 2015.
STEDMAN, Thomas Lathrop (1853-1938). *Diccionario de ciencias médicas*. 25ª Ed. Editorial Médica Panamericana. 1993.
STILLING, Benedikt (1810-1879): *Ueber die Medulla oblongata*. Erlangen, 1843.
SYLVIUS (de le Boé), François (1614-1672). *Notae de cerebro*, 1641.
TALAIRACH, Jean et coll. *Atlas d'Anatomie Stéréotaxique*. Masson et Cte. Ld., Paris, 1957.
TALAIRACH, Jean; TOURNOUX, Pierre. *Co-Planar Stereotaxic Atlas of the Human Brain*. Thieme. 1988.
TARIN, Pierre (1725-1761). *Adversaria anatomica*... Paris, 1750.
TERAGNI, Eduardo; CASTAÑÓN, Jorge A.; MARKARIAN, Marcelo; PRÓ, Eduardo A. *Morfología interna del hueso temporal*. XIX Congreso de la Asociación Rioplatense de Anatomía. Mar del Plata. Septiembre 1982.
TESTUT, Léo (1849-1925); JACOB, O. *Tratado de anatomía topográfica con aplicaciones medicoquirúrgicas*. 8ª Ed. Salvat Editores. 1956.
TESTUT, Léo (1849-1925); LATARJET, André (1877-1947). *Tratado de anatomía humana*. 9ª Ed. Salvat Editores. 1979.
TROLARD, P. (1842-1910). Recherches sur l'anatomie du système veineux de l'encéphale et du crâne. *Thése de Doctorat*, Paris, 1868.
TÜRCK (O TUERCK), Ludwig (1810-1868). *Beobachtung uber das Leitungsvermogen des menschlichen Ruchenmarks* Zeitsch, Gesellsch. Aertze, p. 246. Vienne, 1856.
VAROLIO, Constante (1543-1575). *De nervis opticis nonnulisque aliis praeter communem, opinionem in humano capite observatis*. Padoue, 1573.
VESALIO, André (1514-1564). *De humanis corporis fabrica*. Bâle, 1543.
VICQ D'AZYR, Félix (1748-1794). *Anatomie et physiologie du cerveau*, Paris, 1786.
VIEUSSENS, Raymond de (1641-1715). *Neurographia universalis*, Lyon, 1685.
WALDEYER, Heinrich (1836-1921). Ueber einige neure Forschungen im Gebeite der Anatomie des Central Nerven Systems. *Deutsch Med. Wsch.* 17, p. 1213, 1352.
WERNICICE, Karl (1848-1905). *Lehrbuch der Gehirnkrankheiten*. Berlin, 1883.
WILLIAMS, Peter L. *Anatomía de Gray*. 38ª Ed. Editorial Harcourt Brace. 1998.
WILLIS, Thomas (1621-1675). *Cerebri anatome qui accessit nervorum descriptio el usus*. Londres, 1664.
WILSON-PAUWELS, Linda; AKESSON, Elizabeth J.; STEWART, Patricia A.; SPACEY, Sian D. *Nervios Craneales*. 2ª Ed. Editorial Médica Panamericana. 2003.
WINCKLER, Georges. *La structure du muscle semispinalis cervicis et dorsi chez l'homme. Compterendus de l'association des Anatomistes*, 1936, p. 323.
WINCKLER, Georges. *La structure du muscle transversaire épineux chez l'homme, Arch. Anat. Hist. et Embryologie*, 1938, p. 271.
WOOLSEY, Thomas A.; HANAWAY, Joseph; MOKHTAR, H. Gado. *The Brain Atlas*. 2nd Ed. Wiley. 2003.
WRISBERG, Heinrich (1739-1808). *Comentationes medici, physiologici, anatomici et obstetrici*. Göttingen, 1880.

Latarjet • Ruiz Liard

Anatomía Humana

5.ª EDICIÓN

TOMO 1

A treinta y cinco años de su nacimiento, Editorial Médica Panamericana se enorgullece de presentar esta quinta edición de *Anatomía Humana* que da continuidad a un clásico, ahora renovado en respuesta a las necesidades de los nuevos estudiantes de las Ciencias de la Salud. Se presenta así como un texto totalmente actualizado y con los contenidos esenciales de la disciplina desarrollados desde una perspectiva integradora de la anatomía descriptiva, topográfica y clínica.

Entre las novedades de esta nueva edición se destacan:

- **La actualización de los términos y conceptos anatómicos según la Terminología Anatómica** Internacional, elaborada por el Comité Federal de Terminología Anatómica (FCAT) y la Federación Internacional de Asociaciones de Anatomistas (IFAA).
- **La ampliación y actualización de los contenidos, principalmente los correspondientes** a los capítulos de neuroanatomía, el área de la disciplina con mayores avances en la actualidad.
- **La incorporación de nuevos cuadros sinópticos para facilitar la comprensión y el** aprendizaje de los contenidos.
- **La señalización de los métodos de diagnóstico por imágenes, utilizando un formato que** simplifica el reconocimiento y la identificación de las estructuras anatómicas.
- **Un sitio web complementario con valioso material para los estudiantes y docentes** que incluye casos clínicos, ejercicios de aplicación y cuadros sinópticos ordenados por capítulo y por tema.

Como dicen los autores, la Anatomía se aprende leyendo y mirando, y hay que leer antes de mirar. Así, la lectura de esta magnífica obra, con su visión tan fresca de antigüedad como de futuro, guiará el aprendizaje y cautivará a los estudiantes y a los profesores que se desenvuelven en el inmenso espacio del idioma español.

EDITORIAL MEDICA panamericana